TRABAJOS DE PREHISTORIA
79, N.º 2, julio-diciembre 2022, pp. 308-328, ISSN: 0082-5638
https://doi.org/10.3989/tp.2022.12301

Hibridación y transferencia tecnológica durante el Bronce Final en el Mediterráneo occidental. Primeros casos de cera perdida en las praxis metalúrgicas de las Islas Baleares*

Hybridization and technology transfer during the Late Bronze Age in the Western Mediterranean. First cases of lost wax in the metallurgical praxis of the Balearic Islands

Laura Perelló Mateo[a], Bartomeu Llull Estarellas[a] y Manuel Calvo Trias[a]

RESUMEN

El Bronce Final en el archipiélago balear es un momento de gran dinamismo y enormes cambios a muchos niveles. En este trabajo se aportan evidencias relacionadas con la identificación del uso de la cera perdida y el vaciado adicional como novedades tecnológicas en el contexto insular de estas cronologías. La introducción de estos nuevos conocimientos viene pareja en el tiempo con la aparición de nuevos tipos formales, sin referentes locales previos y sin paralelos foráneos. Todo ello permite reflexionar sobre el papel de las comunidades locales insulares en el contexto del Mediterráneo occidental y sobre cómo se produciría la transmisión de este conocimiento tecnológico. Sugerimos una interpretación que relaciona este fenómeno con procesos de hibridación y enredo material derivados de contactos con artesanos foráneos, probablemente vinculados a ambientes de gran conectividad y movilidad del Estrecho y la fachada atlántica.

Palabras clave: Arqueometalurgia; Islas Baleares; Bronce Final; cera perdida; conocimiento tecnológico; hibridación cultural; Mediterráneo occidental; conectividad.

ABSTRACT

The Late Bronze Age in the Balearic archipelago was a hugely dynamic time with sweeping changes on many levels. This article provides evidence identifying the use of lost wax and casting on the islands during this period. The introduction of these new techniques occurred alongside the appearance of new formal types with no prior local examples or outside equivalents. This leads us to reflect on the role of local island communities in the Western Mediterranean and how this technological know-how was passed on. We present an interpretation that links this phenomenon the processes of hybridization and entanglement arising from contact with outside artisans, likely due to widespread interconnections and mobility in the Strait of Gibraltar and along the Atlantic coast.

Key words: *Archaeometallurgy; Balearic Islands; Late Bronze Age; lost wax; technological know-how; cultural hybridization; western Mediterranean; connectivity*.

1. INTRODUCCIÓN

Este trabajo deriva directamente de un estudio de los depósitos del Bronce Final de la isla de Mallorca, durante el cual, nuestro equipo tenía como objetivo el muestreo sistemático de estos materiales para realizar análisis elementales e isotópicos. Esta revisión permitió observar trazas relacionadas con el uso de la cera perdida, lo que conduce a reflexionar sobre la intro-

* Este trabajo ha sido financiado a través del proyecto I+D *Movilidad y conectividad de las comunidades prehistóricas en el Mediterráneo occidental durante la Prehistoria reciente: el caso de las Islas Baleares* (PID2019-108692GB-I00, ARQ), financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación del Gobierno de España. También ha recibido ayuda del plan I+D *La construcció dels paisatges culturals a l'edat del bronze a les Illes Balears* (PRD2018-19), financiado por la Direcció General d'Innovació i Recerca del Govern de les Illes Balears a través de los fondos procedentes del Impuesto Turístico Sostenible (ITS 2017-006).

[a] Grup de Recerca en Cultura Material i Patrimoni Arqueològic de la Universitat de les Illes Balears (ArqueoUIB). Dpt. de Ciències Històriques i Teoria de les Arts. Universitat de les Illes Balears. Cra. de Valldemossa km 7'5. 07122 Palma. Mallorca. Illes Balears.
Correos e.: LPM l.perello@uib.es https://orcid.org/0000-0002-0590-0687 (autora de correspondencia); BLE bartomeu.llull@uib.es https://orcid.org/0000-0002-7328-4193; MCT manuel.calvo@uib.es https://orcid.org/0000-0001-7792-7478

Recibido 1-II-2022; aceptado 13-VI-2022.

Copyright: © 2022 CSIC. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia de uso y distribución "Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional" (CC BY 4.0)

ducción de dicha novedad tecnológica durante estas cronologías.

Los contextos de hibridación de las prácticas tecnológicas caracterizan la metalurgia del Bronce Final en el entorno del Mediterráneo occidental. Múltiples redes de contacto e intercambio, actuantes a escala local, regional y a larga distancia, potencian el intercambio de materiales y objetos, pero también de técnicas, ideas, etc. Las zonas mediterráneas donde confluyen esas redes quedan configuradas por su gran dinamismo y la interacción de múltiples tradiciones y suelen dar lugar a espacios intermedios e hibridaciones (Bhabha 2002; Hahn 2004; Van Dommelen 2006; Stockhammer 2012). En el Estrecho, p. ej., convergen las provenientes del Mediterráneo central, especialmente las sardas (Lo Schiavo 2008), y las vinculadas con el Mediterráneo oriental, como documentan los hallazgos micénicos y chipriotas (Torres 2008; Ruiz-Gálvez 2009, 2013). Su llegada puede deberse al movimiento directo de gentes o a la convergencia de redes de intercambios con esas procedencias (Sherratt y Sherratt 1993; Lo Schiavo *et al.* 2009). Se les unen las tradiciones atlánticas (Perea *et al.* 2003; Armbruster y Perea 2007; Armada *et al.* 2008) y locales, además de los procesos de reinterpretación y adaptación que generan las comunidades receptoras.

Estas dinámicas de contacto, hibridación e intercambio, facilitan el trasvase de tradiciones metalúrgicas atlánticas hacia el Mediterráneo (Ruiz-Gálvez 1993; Perea *et al.* 2003; Lo Schiavo 2008) y, a su vez, la difusión de las mediterráneas hacia territorios atlánticos (Armbruster y Perea 2007; Armada *et al.* 2008; Vilaça 2012). También favorecen dinámicas de reflujo, pues desde la zona del Estrecho se redireccionan objetos y prácticas metalúrgicas hacia otras costas del Mediterráneo occidental que no reciben directamente la influencia de las áreas de procedencia original (micénicas, sardas, etc). De este modo, estos procesos de contacto se traducen en la documentación de objetos desplazados y en su reinterpretación local, así como en la transferencia e incorporación de tecnologías exógenas a las tradiciones locales y regionales.

Los procesos y dinámicas subyacentes a estos fenómenos son complejos y a veces difíciles de identificar. El abanico de alternativas interpretativas abiertas van desde el desplazamiento directo de grupos del Mediterráneo oriental y central a la zona de contacto (p. ej. zona del Estrecho) (Ruiz-Gálvez 2009), a procesos de intercambio y transferencia a través de múltiples redes locales y regionales, a la presencia de artesanos foráneos en contextos locales (Ruiz-Gálvez 1993) o, al movimiento de grupos en busca de materias primas.

Las Islas Baleares, a pesar de su centralidad geográfica en el Mediterráneo occidental (Chapman 1991) (Fig. 1), no configuran un nodo central de interconectividad, como ocurriría, a mayor escala, en la zona del Estrecho peninsular, en Sicilia o en Cerdeña. Sin embargo, durante el Bronce Final el archipiélago balear se caracteriza por un enorme dinamismo y altos niveles de movilidad y conectividad de las comunidades insulares entre si y respecto a las del continente. Arqueológicamente, el primer reflejo de esta conectividad es una red de asentamientos costeros que dan soporte a una navegación de cabotaje entre las islas y de éstas con el continente (Guerrero 2006; Guerrero *et al.* 2007; Calvo *et al.* 2011; Calvo y Galmés 2018). En segundo lugar, los análisis isotópicos de metales evidencian una amplia diversidad de procedencias (Llull *et al.* 2019, 2021, 2022; Sureda 2019, 2020). Otros indicadores son los nuevos tipos de objetos y técnicas metalúrgicas foráneas como la cera perdida, de bronces ternarios y objetos compuestos (Delibes de Castro y Fernández-

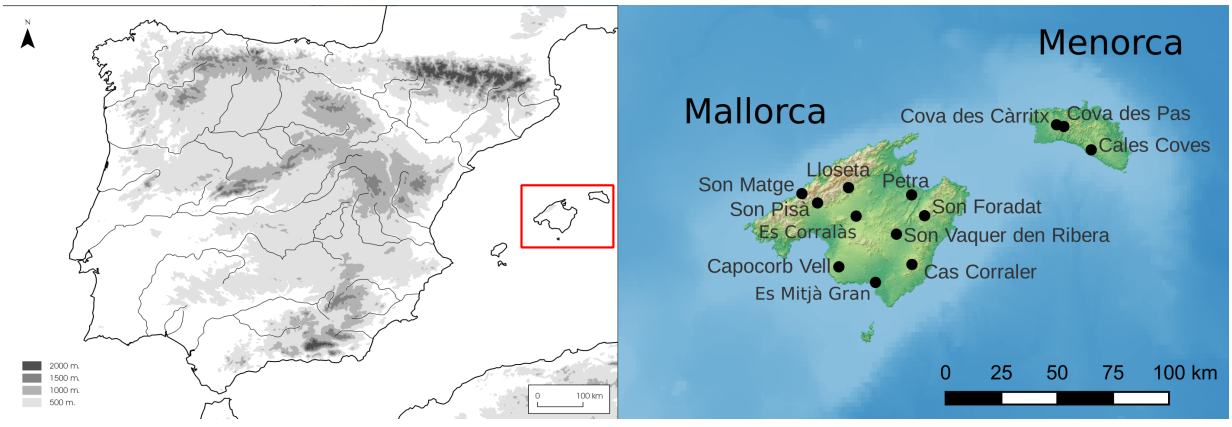

Fig. 1. Localización de Mallorca y Menorca en el Mediterráneo y de los principales yacimientos mencionados en el texto. Mapa insular (*Web Map Service*) de ©*OpenStreetMap* (disponible bajo licencia ODbL, https://www.openstreetmap.org/copyright/en), en color en la versión electrónica.

Miranda 1988; Salvà *et al.* 2018)[1], así como de productos exóticos como el marfil (Escanilla *et al.* 2017) o la fayenza (Henderson 1999). Finalmente, la cultura material y las *praxis* sociales de las distintas comunidades del archipiélago son muy convergentes (Albero *et al*. 2011). Todo ello ha permitido plantear la existencia de una koiné cultural en el conjunto del archipiélago balear que acabaría generando una especie de *Maritime Small World* (Calvo y Galmés 2018). Esto es, los territorios insulares serían percibidos como una unidad geográfica por parte de las comunidades participantes, un territorio donde estrategias de movilidad reiteradas y estables derivan en un conjunto de prácticas compartidas que se traducen en cierta unidad cultural (Tartaron 2013, 2018).

En este contexto, muchos de los mencionados elementos foráneos son reconceptualizados y resignificados, adaptándose a las arenas sociales propias de las comunidades insulares (Calvo *et al.* 2013). Esta perspectiva orientará los planteamientos de este trabajo. Su principal objetivo es el estudio de la incorporación de la técnica de la cera perdida y el vaciado adicional a las tradiciones de las Islas Baleares, exponiendo las evidencias y barajando posibles dinámicas de transferencia tecnológica, así como procesos de reinterpretación y adaptación de este conocimiento foráneo a los objetos y *praxis* locales.

2. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS

El uso de la técnica de cera perdida se ha explorado mediante un protocolo analítico específico, aplicado solo a objetos de bronce de Mallorca y Menorca del Bronce Final (Fig. 2), dado que el oro y la plata no se trabajan en la metalurgia indígena balear. Se busca también el uso del vaciado adicional o sobremoldeo (*casting-on*), ya que habitualmente se ha considerado una variante de la técnica de la cera perdida (Armbruster y Perea 2000: 102; Perea y Armbruster 2008: 510; Nørgaard 2018: 113) y, en nuestro caso, parece existir cierta simultaneidad en su aparición en el archipiélago. El vaciado adicional sirve para unir partes de un objeto de diseño compuesto o permite reparaciones. A pesar de esta relación con la técnica de la cera perdida, estas uniones también pueden realizarse a partir de moldes de arcilla. No debemos pensar en el vaciado como una técnica de soldadura en términos estrictos. En soldadura se usa una aleación cuyo punto de fusión es inferior al del metal base, algo que no se da en el vaciado adicional. Además, la conexión entre las partes se suele hacer mediante cortes, perforaciones o hendiduras. Sin ellas sería difícil que el metal adicional vertido quedara fijado al objeto principal (Armbruster 2000: 85; Nørgaard 2018: 114).

Principalmente el protocolo analítico ha partido de la observación macroscópica directa de los objetos estudiados y de la comparación de imágenes macro. Para la observación de las huellas se utilizó una lámpara de luz LED con lupa 4x aumentos, una lupa de mano de 10x aumentos y lupas binoculares de aumento de 2,5x y 3,5x. Este análisis ha permitido identificar evidencias del empleo de la cera perdida que nosotros clasificamos como directas o indirectas.

2.1. Evidencias directas

2.1.1. Restos de moldes de arcilla

Para hacer piezas huecas, la cera se modela sobre un material refractario (el "alma" o "macho") lo bastante poroso como para ser permeable al gas generado durante la colada (Giardino 2010: 67). Para evitar su desplazamiento cuando la cera se funde, el material se sujeta con clavos salientes o bastones (espaciadores) que atraviesan la capa de cera. Luego se cubre el conjunto con la arcilla que hará de molde. En algunos objetos del Bronce Final con partes huecas pueden observarse restos del "alma" de arcilla. Estos restos suelen ser una evidencia sólida de que el objeto se ha fabricado mediante cera perdida.

2.1.2. Observación de huellas de elaboración

El empleo de la técnica de la cera perdida suele deducirse de las huellas observables en el objeto y en los acabados. En ocasiones es posible observar huellas en el metal que son clasificables como defectos o imperfecciones (Armbruster y Perea 1994). Donde los acabados finales y trabajos superpuestos no han borrado las imperfecciones, a veces se ven las huellas que dejaron las trazas del modelado sobre un material plástico. Su reconocimiento permite distinguir estigmas de los gestos y acciones efectuadas sobre el modelo de cera, p. ej., operaciones realizadas con herramientas, ensamblados entre distintas partes, alisados, incisiones, etc. Las improntas sobre el modelo de cera las vemos plasmadas en el objeto de metal acabado como si se tratara de un espejo. Siguiendo a Nørgaard (2018: 90), y modificado a partir de Quilliec (2007: 97-99), las evidencias se relacionan con:

[1] Bartomeu Salvà. *Arqueometal·lúrgia com a reflex de l'estratificació social a les Illes Balears*. Tesis doctoral inédita, Universitat de Barcelona. Barcelona, 2013.

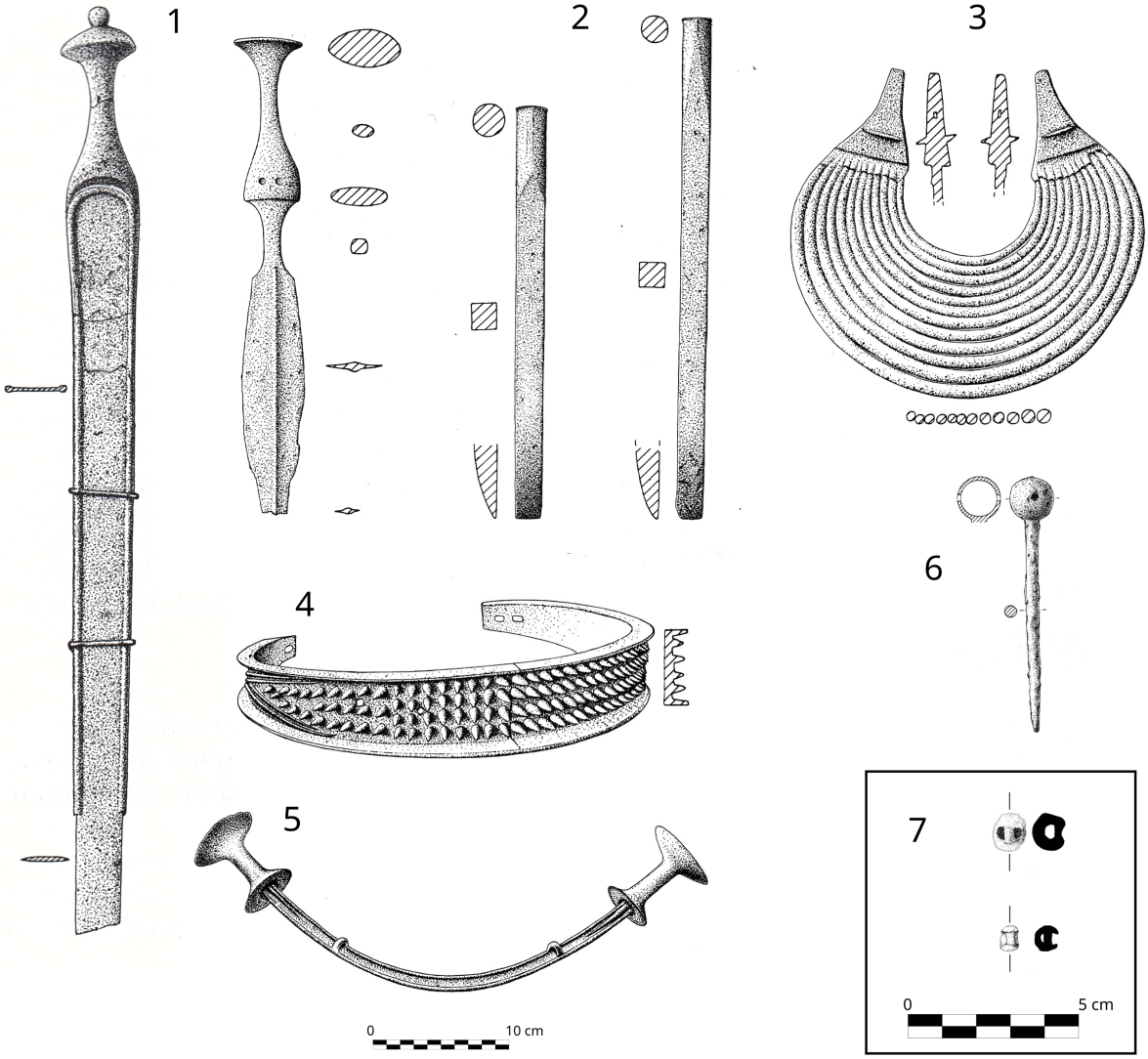

Fig. 2. Ejemplos de los tipos formales en los cuales se han encontrado trazas o evidencias de su elaboración a la cera perdida: 1. Espadas; 2. Escoplos; 3. Pectoral; 4. "cinturón"; 5. "brida"; 6. aguja de cabeza esférica y 7. cuentas. Del 1 al 6. dibujos según Delibes y Fernández-Miranda (1988: 14, 23, 40, 47) y 7. dibujos según Llull *et al.* (2019: 106).

a) la textura de las superficies: imperfecciones, huellas de alisamientos, estrías, rugosidades, círculos;

b) los fallos dentro de los elementos decorativos, como interrupciones y daños en las formas;

c) las interrupciones en el acabado de las formas;

d) las irregularidades en la anchura y la profundidad de las líneas.

e) el aspecto de los bordes de las formas: rebabas, ondulaciones, aspecto modelado o cortado, burletes, etc.

Por otra parte, el sobremoldeo puede identificarse si hay coladas superpuestas. Estas son casi siempre evidentes y a veces presentan bien rebabas o goterones sobre el objeto base, bien cortes, hendiduras o perforaciones en las uniones.

2.2. Evidencias indirectas: argumentos técnicos

Haya o no evidencias directas, muchas veces ciertos objetos únicamente han podido realizarse mediante

cera pérdida o, quizás, a partir de un molde de un solo uso. Este es un segundo nivel de interpretación indirecta deducible teniendo en cuenta la naturaleza y forma del objeto, así como las limitaciones físicas y materiales que condicionan su elaboración.

3. NUEVOS TIPOS, NUEVAS IDEAS. LOS MATERIALES ARQUEOLÓGICOS ESTUDIADOS Y LAS EVIDENCIAS DE CERA PERDIDA SEGÚN LOS TIPOS DE OBJETOS

La mayoría de los primeros objetos asociados a la fabricación mediante cera perdida representan tipos que, además, son una novedad en el registro arqueológico balear. Estos objetos se documentan en concreto en el Bronce Final (1200-900 a. C.), y marcan un cambio importante en las expresiones materiales de las comunidades prehistóricas insulares (Calvo *et al.* 2013; Javaloyas *et al.* 2015; Salvà *et al.* 2018).

Las piezas arqueológicas revisadas de Mallorca forman parte de los depósitos votivos de las colecciones del Museu de Mallorca, Museu Regional d'Artà, Museu de Lluc y Museu Arqueològic de Catalunya. Además, se aportan las evidencias detectadas en otros yacimientos menorquines, concretamente de Cova des Pas. En su mayoría proceden de hallazgos antiguos o contextos inciertos, pero para algunos contamos con anclajes cronológicos orientativos que se especificarán si procede. Se calcula que el fenómeno de las ocultaciones o depósitos votivos en las Baleares tendría lugar entre el 1200 y el 850 a. C. (Calvo *et al.* 2013; Javaloyas *et al.* 2015; Lull *et al* 1999)[2]. Los materiales de Cova des Pas cuentan con buenas dataciones que se mueven en torno al 900-800 cal AC (Van Strydonck *et al.* 2010).

Los siete tipos de objetos en los que pudimos determinar el uso de la técnica de la cera perdida son "cinturones", "bridas", escoplos, agujas de cabeza esférica, cuentas de bronce, espadas y pectorales.

3.1. "Cinturones de tipo Lloseta" (cintas circulares abiertas con bandas de púas)

La denominación del tipo procede del depósito epónimo al que representa. Los contados ejemplares conocidos proceden de depósitos de Mallorca: el de Lloseta, tres piezas fragmentadas de Son Vaquer d'en Ribera, y un ejemplar de Petra[3]. Tradicionalmente, se les ha identificado como cinturones (Rosselló 1979; Delibes de Castro y Fernández-Miranda 1988), aunque otros autores han sugerido la posibilidad de que fueran alguna suerte de diademas (Guerrero *et al.* 2007). No se encuentran paralelos fuera de Mallorca para estos objetos, por lo que se consideran producciones y diseños indígenas. Pueden describirse como cintas macizas de bronce, curvadas, con una tendencia circular abierta y con fuertes rebordes. Los extremos se estrechan y suelen presentar orificios, seguramente para facilitar su sujeción o atadura. En la parte exterior pueden tener una decoración dentada o de púas cónicas, de bandas paralelas, o incluso combinar ambas. La cronología propuesta para la amortización de los conjuntos en los que aparecen estos objetos es de *ca*. 1000-850 a. C. (Guerrero *et al.* 2007; Calvo *et al.* 2013).

3.1.1. Evidencias tecnológicas: huellas de elaboración y vaciado adicional

Las huellas de elaboración se reconocen en el "cinturón" del depósito de Petra y en el de Son Vaquer d'en Ribera. El primero muestra evidencias de modelado sobre material blando en una de las molduras exteriores (Fig. 3), realizada por ensamblaje con la placa base. Es probable que las huellas que vemos sean las generadas a partir de una unión por presión. Estas nos dan, además, la pista de la secuencia seguida en la elaboración del "cinturón". Como la otra moldura exterior es

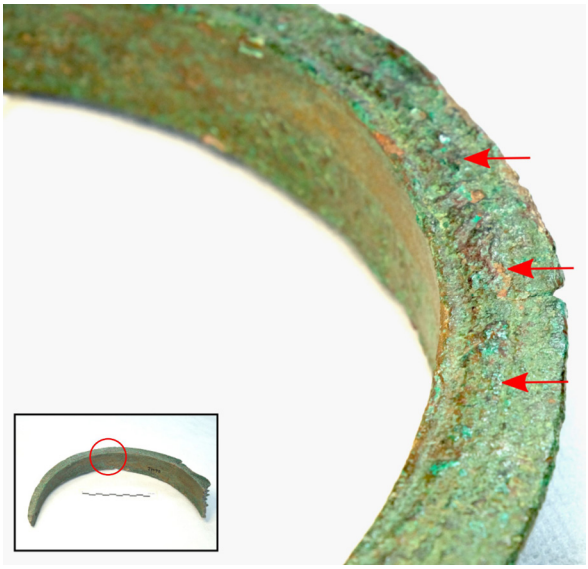

Fig. 3. Reborde o cornisa del "cinturón" del depósito de Petra. Las flechas indican las marcas de la unión por presión (Museu de Mallorca). En la escala de referencia, cada segmento mide 1 cm. En color en la versión electrónica.

[2] Véase nota 1.
[3] Véase nota 1, pp. 258-259.

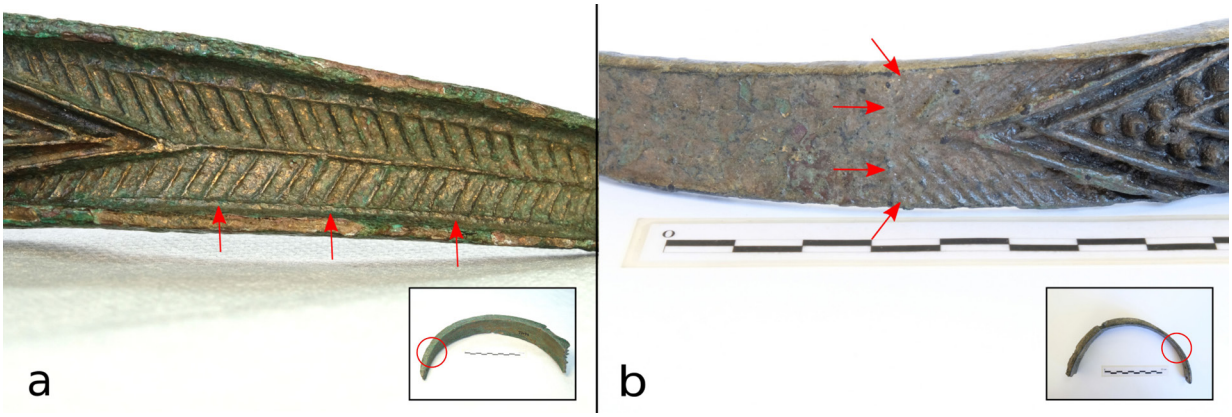

Fig. 4. Decoración realizada probablemente mediante estampado, indicada por las flechas en las imágenes: a. "Cinturón" del depósito de Petra (Museu de Mallorca); b. "Cinturón" del depósito de Son Vaquer d'en Ribera (Museu Arqueològic de Catalunya). En las escalas de referencia, cada segmento mide 1 cm. En color en la versión electrónica.

completamente plana y homogénea, cabe pensar que se dejara descansar la pieza sobre este lado mientras se trabajaba el otro.

En el mencionado ejemplar de Petra y en otro de Son Vaquer d'en Ribera se observa un tratamiento de la superficie atribuible a estampación mediante presión (Fig. 4a). Las molduras en relieve, en forma de V, se superponen a las formas de este estampado. Es posible que se utilizara una pieza con el relieve en negativo, calentándola para que la cera en contacto con ella adquiriera fácilmente esta forma sin necesidad de ejercer una gran presión que deformara el resto del objeto. La estampación es más débil en el de Son Vaquer d'en Ribera, pero, en uno de los lados, se aprecia lo que podría ser una línea vertical entre el área con y sin dibujo. Posiblemente sea el límite de la estampilla (Fig. 4b).

Por otra parte, el "cinturón" de Lloseta tiene una reparación que solo ha podido hacerse mediante sobremoldeo. Para este vaciado adicional se debieron emplear restos de la colada original, dada la práctica identidad de las respectivas composiciones elementales del metal (Delibes de Castro y Fernández-Miranda 1988: 163). Esta adición alargó la pieza unos centímetros. Es difícil saber si el objetivo era ese o solucionar algún defecto de fundición causado, quizás, por un error en la cantidad de metal calculada para la colada original. El añadido imitó los rebordes originales, buscando la uniformidad estética del conjunto (Fig. 5). La cera perdida sería la técnica más adecuada para esta operación.

3.1.2. Argumentos técnicos

Sobre la estructura general, en el trabajo de Delibes y Fernández-Miranda (1988: 140) se comentaban los resultados de dos metalografías realizadas sobre el "cinturón" de Lloseta, a partir de las cuales se dedujo el sistema de fabricación. La microestructura del metal en varios lugares del mismo reveló que era un bronce homogeneizado mediante calor. Según los autores seguramente se había elaborado con una morfología original recta en un molde bivalvo, recociéndose después para curvarla. Además, determinaron que los orificios de los extremos se abrieron en frío, una vez homogeneizada la pieza.

Varios aspectos nos hacen dudar que la forma original fuera recta. Parece inviable que una torsión tan extrema de la pieza no produjera fisuras o deformaciones en los rebordes y las decoraciones. Incluso si para realizar esta torsión se hubiera recocido la pieza, seguramente habría un trabajo de forja implicado en ciertas zonas del objeto que debería ser visible en la metalografía, o incluso a simple vista.

Fig. 5. Vaciado adicional del "cinturón" del depósito de Lloseta (Museu Arqueològic de Catalunya). En la escala de referencia, cada segmento mide 1 cm. En color en la versión electrónica.

Sugerimos que esas huellas de torsión que los autores observaron en la metalografía responden a reajustes de la apertura del "cinturón", ensanchándola o estrechándola, según la conveniencia de quien lo hubiera manipulado o usado.

Las molduras y bandas intercaladas entre líneas de púas, posiblemente se hubieran agrietado también con un trabajo de torsión posterior a la fusión sin distintas secuencias de forja y recocido. A nuestro juicio, es inviable torcer estos objetos sin romperlos, e implicaría que las modificaciones posteriores a la fundición no serían menores, sino estructurales. Por ello pensamos que la forma original de estos objetos se elaboró a partir de un modelo de cera, sin excluir con ello la eventualidad de modificaciones menores posteriores.

La estructura de homogeneizado, identificada por Delibes y Fernández-Miranda (1988), puede relacionarse con la operación de sobremoldeo que aparece en un extremo de esta pieza. Es posible que se recociera antes del vaciado adicional, ya que un enfriamiento demasiado rápido de la colada podría impedir una unión exitosa.

Por otro lado, para las líneas de molduras o de bandas horizontales (Fig. 6) se intuye la excisión sobre el modelo de cera al que se le habría dado una forma base de placa. Tampoco se descarta que, a veces, estas bandas horizontales se ensamblaran. En general, para el excavado se necesita endurecer la cera, quizás con carbón en polvo o colofonia (Armbruster y Perea 1994: 80).

Sugerimos dos posibles hipótesis para la elaboración de las púas. Armbruster y Perea (1994: 80-81) describen cómo se fabricarían las de los brazaletes de oro de la variante Villena/Estremoz V/E, con las que guardan cierto parecido. El uso del torno es clave para definir el ámbito tecnológico de este ejemplo en oro, pero creemos que la elaboración de púas macizas como elemento decorativo pudo guardar ciertas semejanzas con él. Sugerimos que, en algunos casos, las hileras de púas de los cinturones baleáricos se hubieran podido realizar a partir de una

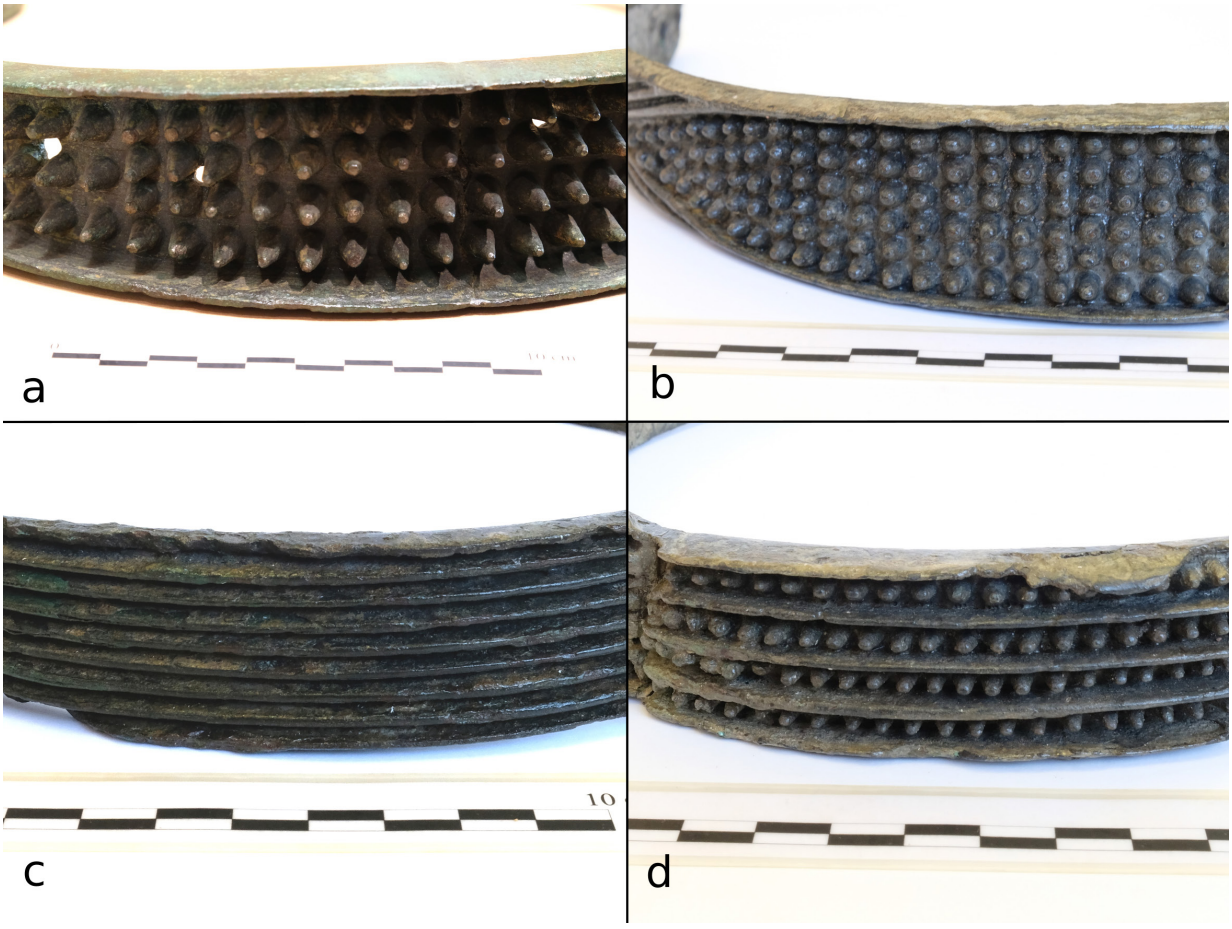

Fig. 6. Ejemplos de decoraciones de púas y bandas de los cinturones mallorquines: a. depósito de Lloseta (Museu Arqueològic de Catalunya); b. c. d. depósito de Son Vaquer d'en Ribera (Museu Arqueològic de Catalunya). En las escalas de referencia, cada segmento mide 1 cm. En color en la versión electrónica.

moldura horizontal del modelo de cera que, posteriormente, se habría ido cortando con una cuchilla caliente en secciones regulares. Armbruster y Perea (1994: 80) proponen el uso de un "punzón hueco de cavidad cónica", correspondiente al negativo de una púa de este tipo. Previamente calentado, se aplicaría a las púas piramidales resultantes de los cortes. El hecho de que la decoración sea muy homogénea podría apoyar el uso de este sistema. Este podría ser el caso del "cinturón" de Lloseta (Fig. 6a), si bien no se identifican estigmas o defectos en el modelado que permitan confirmarlo.

Cabe destacar que no todos los "cinturones" son iguales. La asimetría de las púas en algunos permite hipotetizar su elaboración añadiendo bolitas de cera a las que después se daría forma cónica. Además, varía su configuración y organización en el espacio decorado según los ejemplares, formando alineaciones horizontales o intuyéndose una disposición vertical (Fig. 6). Este hecho también podría dar la pista de que estamos ante artesanos con maneras distintas de concebir y entender el espacio trabajado.

3.2. "Bridas" (cintas de bronce con remates)

Los tres ejemplares conocidos proceden de depósitos de Mallorca: Es Corralàs, Son Vaquer d'en Ribera y Lloseta. Son objetos compuestos en forma de cinta arqueada con remates bicónicos en los extremos. Josep Colominas (1923) fue quien primero los denominó "bridas", quizá, por encontrar algún parecido entre estas piezas y los bocados de caballos, aunque no parecen objetos adecuados para este fin (Delibes y Fernández-Miranda 1988: 130). Salvà los denomina "cintas de cabeza bitroncocónica"[4]. Los de Lloseta y Es Corralàs tienen en el interior de la curvatura ojales o armellas que probablemente facilitaban su sujeción (Delibes de Castro y Fernández-Miranda 1988: 131). Las radiografías realizadas en el ejemplar de Lloseta (Delibes de Castro y Fernández-Miranda 1988: 204) y la observación directa de las cintas permiten deducir que se insertan en el remate a través de un orificio mediante la prolongación de los extremos en forma de espiga. No encontramos paralelos para las cintas fuera de Mallorca. La cronología propuesta para la amortización de los conjuntos en los que aparecen es de *ca*. 1000-850 a. C. (Guerrero *et al.* 2007; Calvo *et al.* 2013) como ocurría con los "cinturones".

3.2.1. Evidencias tecnológicas: huellas de elaboración

Algunas armellas de las "bridas", como las de Es Corralàs (Fig. 7a y 7b), presentan aspecto recortado. Este tipo de huellas no son reproducibles directamente sobre el metal. Probablemente se habrían producido sobre un modelo de cera fría o dura, con herramientas cortantes (Quilliec 2007: 98). Para el hueco del ojal parece haberse abierto un orificio de ángulos rectos sobre un saliente modelado en la cinta de cera. La herramienta utilizada generó una apertura rectangular y marcas paralelas en el interior.

Los bordes de estas cintas de metal o "bridas" siempre aparecen engrosados, redondeados y, a veces ondulados con aspecto modelado (Fig. 7a y 7b). Estas formas se pueden atribuir al uso de una materia maleable como la cera caliente para realizar el modelo (Quilliec 2007: 98).

3.2.2. Argumentos técnicos

Las "bridas" están compuestas por tres elementos fundidos por separado: una cinta con armellas y dos remates bicónicos insertados en los extremos (Fig. 7c y 7d). Los remates bicónicos muestran planos convexos opuestos por lo que su elaboración en molde bivalvo sería muy compleja. De aceptar esta alternativa, el molde debería ser destruido para extraer la pieza de metal fundida. La hipótesis del empleo de un molde de arcilla de un solo uso es aceptable, pero los factores ya mencionados nos hacen considerar mucho más probable el recurso de la cera perdida.

Las armellas, técnicamente, podrían haberse realizado por sobremoldeo, pero en los ejemplares observados no se documentan evidencias de esta técnica. Por todo lo expuesto, unido a lo argumentado sobre las huellas, creemos que la técnica más probable utilizada fue la cera perdida.

3.3. Escoplos

La morfología general de estas piezas es asimilable con la de herramientas como cinceles, escoplos o gubias, pero varía su tamaño y características. Su sección suele ser rectangular o cuadrada, cambiando de rectangular a circular en el talón antes de llegar al extremo útil en forma de cuña. Casi todos los cinceles conocidos en Baleares son de Mallorca: Es Mitjà Gran, Cas Corraler, Es Corralàs, Capocorb Vell. En Menorca también existe algún ejemplo de menor tamaño, como el de Son Mercer de Baix. De este conjunto, los escoplos de Es Mitjà Gran son los que parecen presentar evidencias de elaboración a la cera perdida (Llull *et al.* 2022). Este depósito fue fechado hacia principios del siglo VIII a. C. debido a la presencia de hachas planas (Delibes y Fernandez-Miranda 1988: 176), elementos ciertamente tardíos en las Baleares. Sin embargo, como señalaron Calvo *et al.* (2013), los moldes encontrados

[4] Véase nota 1, pp. 59-60.

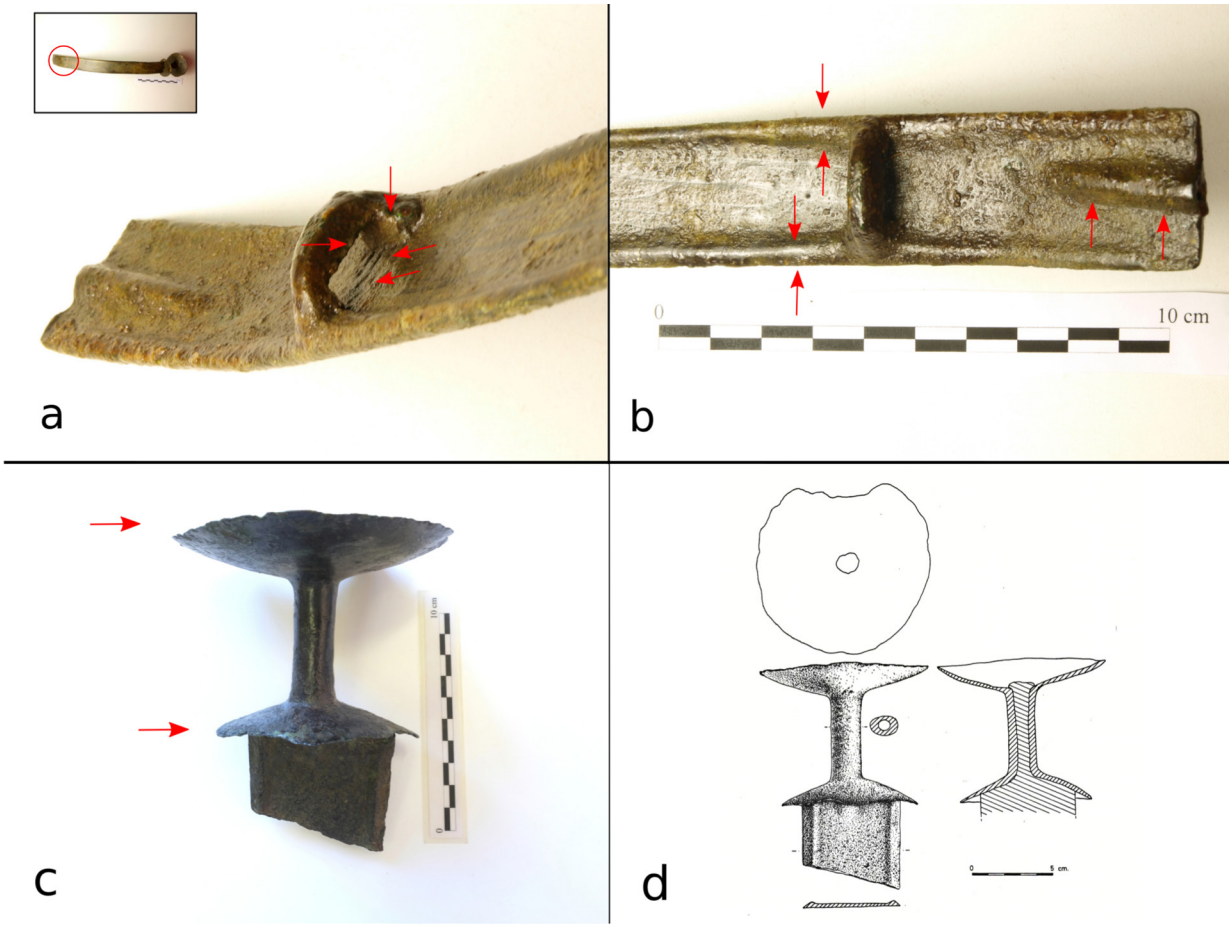

Fig. 7. "Brida" de Es Corralàs (Museu Regional d'Artà): a. el hueco del ojal parece haberse realizado abriendo una ventana de ángulos rectos sobre un saliente modelado en la cinta de la forma base, b. rebordes engrosados y redondeados de la misma pieza. c. "Brida" de Son Vaquer d'en Ribera cuyo remate tiene los planos convexos opuestos muy pronunciados (Museu Arqueològic de Catalunya), d. dibujo de la misma pieza, según Delibes y Fernández-Miranda (1988: fig. 26). En las escalas de referencia, cada segmento mide 1 cm. En color en la versión electrónica menos d.

en Can Roig Nou (Rosselló 1987) y en el yacimiento costero de Cala Blanca (Juan y Plantalamor 1997), ambos en contextos bien fechados, sugieren una cronología de elaboración previa a *c*. 1200 a. C. Por otra parte, si aceptamos que la ocultación del depósito de Es Mitjà Gran pudo estar asociada a la construcción inicial del turriforme escalonado (Guerrero *et al* 2007: 296), las fechas coinciden con las sugeridas para otros depósitos, ya que la mayoría de estos edificios parecen haber sido construidos durante los siglos XI y X a. C. (Gelabert *et al*. 2018: 140–141).

3.3.1. Evidencias tecnológicas: huellas de elaboración

Los dos cinceles de Es Mitjà Gran muestran las aristas aplastadas en la zona próxima al talón (Fig. 8a). Su sección es rectangular y tienen forma de cuña en el extremo útil. La forma cilíndrica del cuerpo más próximo al talón parece dar la pista de su modelado sobre un material blando. Las aristas de los cinceles se eliminaron en esta zona, alisándolas o aplastándolas en el modelo de cera, gesto del que quedan huellas. Ambos escoplos presentan una cara cóncava que también podría ser fruto del trabajo sobre material maleable (Fig. 8b).

3.4. Agujas de cabeza esférica

Estos objetos están normalmente fabricados en dos partes: la cabeza esférica hueca y el bastón o aguja. Sin embargo, el de Son Pisà está fabricado de una sola pieza. La cabeza suele tener de dos a cuatro ori-

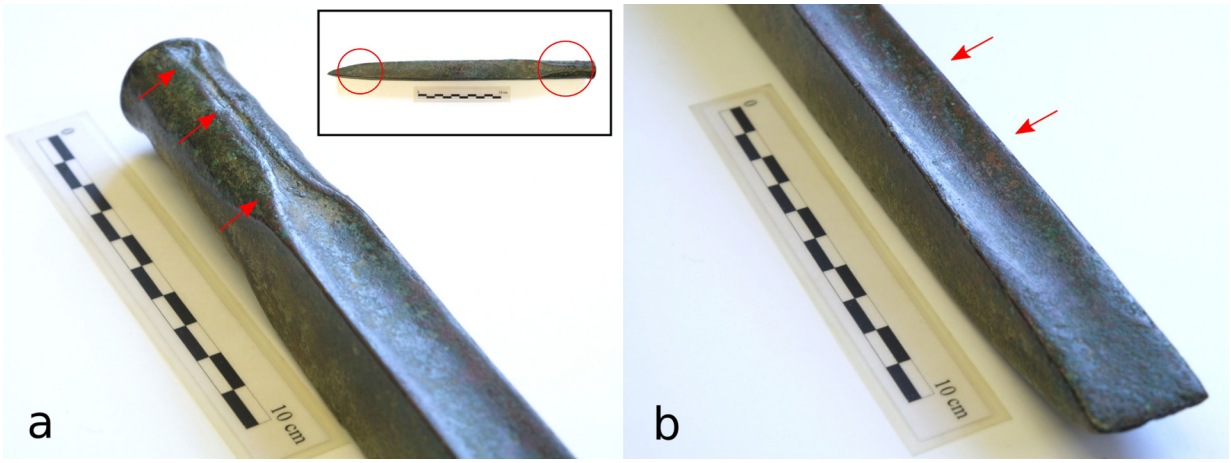

Fig. 8. Escoplo del depósito de Es Mitjà Gran (Museu Arqueològic de Catalunya): a. las aristas del cincel se eliminaron en la parte más cercana al talón sobre el modelo de cera, dándole en este lado una sección circular a la pieza, b. esta cara del cincel muestra una sección cóncava. En la escala de referencia, cada segmento mide 1 cm. En color en la versión electrónica.

ficios. Como señalan Delibes y Fernández-Miranda (1988: 134) son objetos inusuales en el occidente del Mediterráneo. En Mallorca se conocen en Son Pisà, Son Matge y Capocorb. Las de Menorca, ligeramente distintas, proceden de Binipati Nou, Cova des Càrritx y Cova des Pas. Se han venido asociando a ejemplares contemporáneos del norte de Francia, del norte y centro de Europa (Delibes de Castro y Fernández-Miranda 1988; Guerrero *et al.* 2007). También se han propuesto paralelos del suroeste de Francia, Languedoc e Italia (Calvo *et al.* 2013). Se les considera previos al 850/800 a. C (Guerrero *et al.* 2007: 300).

3.4.1. Evidencias tecnológicas: restos de moldes

La cabeza de las agujas esféricas está vacía. En las fragmentadas como la de Son Pisà (Fig. 9) o Son Matge se ven restos del "alma" o "macho" de arcilla. Sus orificios se relacionan con los bastones que se insertarían en el modelo de cera para evitar el desplazamiento del "alma" cuando se vertiera el metal.

3.4.2. Argumentos técnicos

La cera perdida es la única técnica factible para hacerlas y la única lógica para explicar los orificios de la

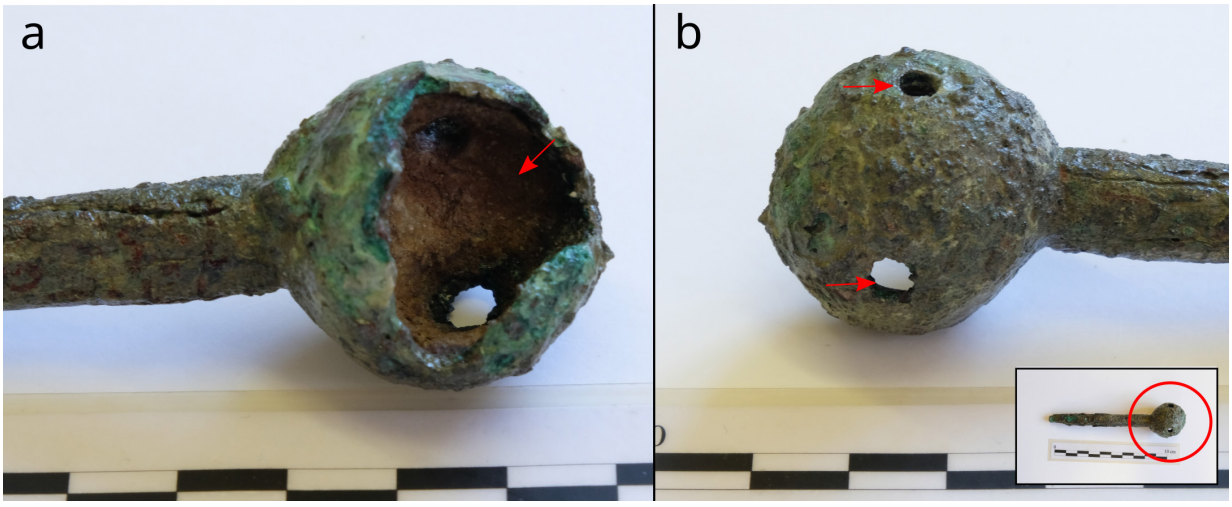

Fig. 9. Aguja de cabeza esférica de Son Pisà (Museu Arqueològic de Catalunya): a. restos del "alma" de arcilla en el interior de la esfera, b. orificios resultantes de haber fijado el núcleo de arcilla con bastones. En la escala de referencia, cada segmento mide 1 cm. En color en la versión electrónica.

esfera hueca. La cera se modela sobre un "macho" o "alma" de material refractario que corresponde al hueco (Giardino 2010: 67). El desplazamiento del alma en el interior al derretirse la cera durante la fundición se evita añadiendo clavos salientes (espaciadores) o pequeños bastones que cruzan la capa de cera. Luego se cubre el conjunto con la arcilla (Giardino 2010: 68). Los agujeros de las esferas revisadas pueden explicarse por su técnica de elaboración.

3.5. Cuentas de bronce

Tienen forma globular, pequeñas dimensiones y una abertura central con un pequeño travesaño centrado que hace de anilla. Las encontramos en necrópolis de Mallorca y Menorca. Parecen ser el origen de piezas similares con el mismo sistema de sujeción halladas p. ej. en Cales Coves y Cova des Càrritx, que cuentan con dos o tres glóbulos y terminan en un remate en forma de pie de copa. Las cuentas mejor datadas proceden de Cova des Pas: del 900-800 cal BC (Llull *et al.* 2019)**.**

3.5.1. Evidencias tecnológicas: restos de moldes, huellas de elaboración

Según Cristóbal Veny (1982: 32 y 45) se hallaron varias cuentas de este tipo que aún conservaban en su interior parte de la arcilla del molde en las cuevas 3 y 7 de Cales Coves.

El examen mediante microscopio óptico de la cuenta CP13 de Cova des Pas reveló marcas de espátula realizadas sobre el modelo en cera (Fig. 10). Estas parecen haberse generado en el gesto de juntar el travesaño interior al cuerpo, lo cual indicaría que el modelo de cera se construyó en dos partes (Llull *et al.* 2019). Su tipología es ligeramente más pequeña y distinta a las cuentas esféricas más comunes y muestra un cuerpo curvado con un travesaño interior que va de extremo a extremo.

3.5.2. Argumentos técnicos

La morfología de estos objetos solo permite su fabricación recurriendo a la técnica de la cera perdida. Salvo la cuenta CP13 de Cova des Pas, la mayoría parecen haberse modelado sobre una bola de cera en la cual se abrieron dos agujeros cercanos intercomunicados.

3.6. Espadas

En las Islas Baleares son características las espadas con puño macizo. En el estudio de Brandherm (2007) se las denomina espadas de "tipo Son Oms" al ser el primer yacimiento donde se halló este tipo. Establece diversas variantes dentro del tipo Son Oms, si bien estas comparten la forma de la empuñadura. En la península ibérica se conocen otras espadas de puño macizo en el depósito de Ría de Huelva o en Alconétar. Sin embargo, estamos de acuerdo con Brandherm (2007) en que no son buenos paralelos para las espadas baleáricas, de manera que podemos afirmar que estamos ante producciones indígenas con características propias. Entre todas las espadas revisadas, destacan por sus peculiaridades las de Ses Salines y la de Es Mitjà Gran. En ambas la cera perdida ha sido aplicada con claridad. La primera tiene una hoja sin filo, fundida como una vaina simulada, y por tanto, sin utilidad práctica (Brandherm 2007: 108). La segunda destaca por los marcados recazos en el nacimiento de su hoja (Llull *et al.* 2022). Con la excepción del puño macizo, Es Mitjà Gran es, además, un tipo único dentro del archipiélago, si bien, su hoja se asemeja a dos puñales más pequeños: el de Son Gornesset (Menorca) (Delibes de Castro y Fernández-Miranda 1988: 75-76) y el de Sa Cova des Moro (Mallorca) (Calvo *et al.* 2001). Sus hojas son triangulares, aunque las tres piezas comparten las marcadas escotaduras. En general, se calcula para las espadas baleáricas, por los contextos de los hallazgos, una cronología de *ca*. 1000-800 a. C. (Guerrero *et al.* 2007; Calvo *et al.* 2013; Sureda *et al*. 2021).

3.6.1. Evidencias tecnológicas: huellas de elaboración

En la espada de Ses Salines, la forma de la "pseudovaina" parece modelada sobre material blando. Técnicamente es posible usar un molde bivalvo, pero las sinuosidades y ondulaciones de los travesaños al adaptarse a la forma base hacen pensar que fueron elaborados mediante tiras de cera colocadas de forma transversal a la hoja (Fig. 11a).

3.6.2. Argumentos técnicos

Otro caso distinto está representado por la espada corta de Es Mitjà Gran. En el interior de la curva de los recazos, esta espada muestra una forma cóncava con bordes suaves y redondeados (Fig. 11b). El uso de la cera perdida para la elaboración de espadas está atestiguado en depósitos como el de la Ría de Huelva (España), Monte Sa-Idda (Cerdeña), Cambes y Bringolo (Francia) o Brompton by Sawdon (Inglaterra), entre otros (Quilliec 2007). La forma interna de los recazos permite descartar el uso de un molde bivalvo de piedra en la espada de Es Mitjà Gran. Si se hubiera utilizado uno de arcilla o arena, debemos suponer que el negati-

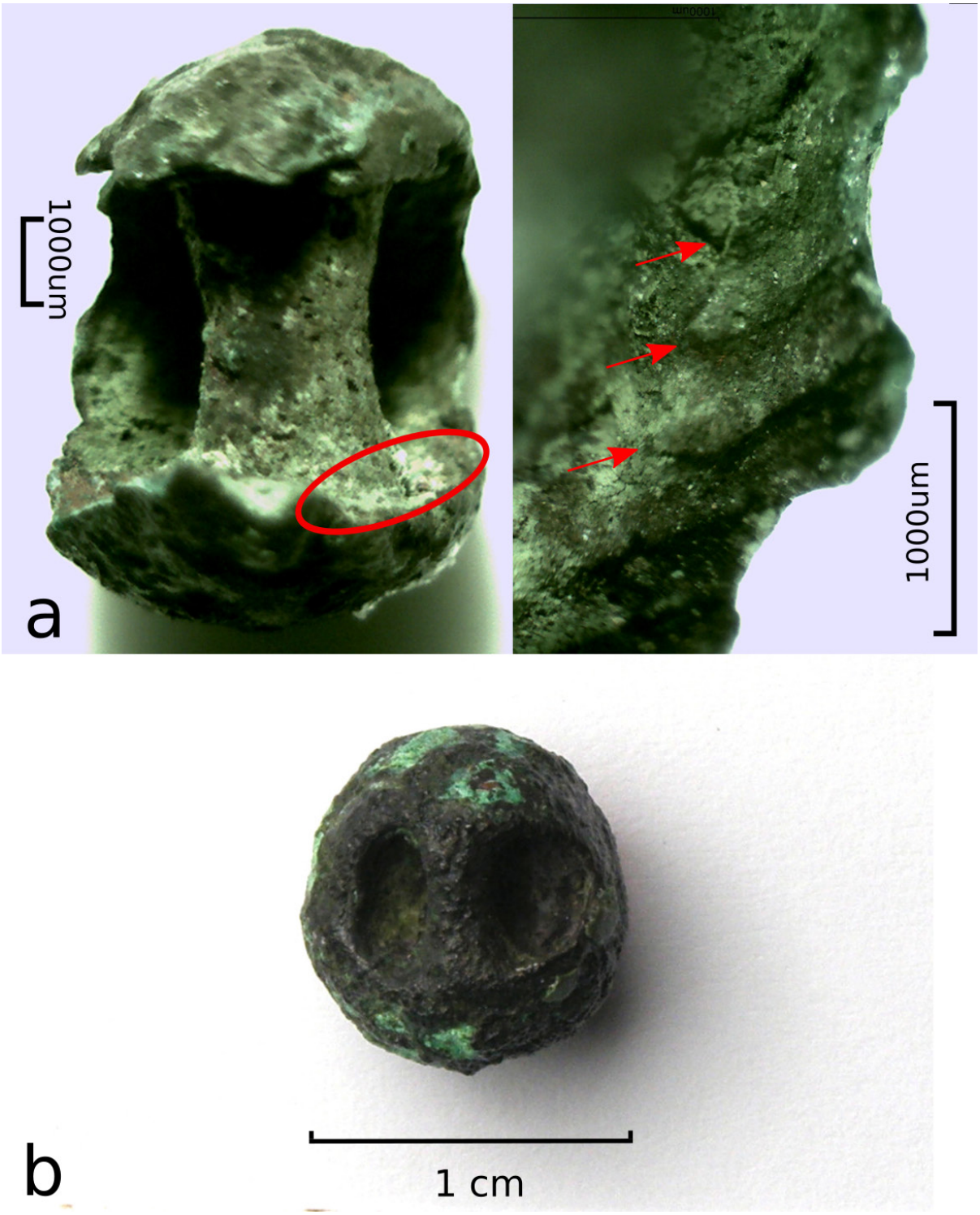

Fig. 10. Cova des Pas: a. cuenta con el reflejo de marcas de espátula realizadas sobre el modelo de cera, b. cuenta esférica (Llull *et al.* 2019). En color en la versión electrónica.

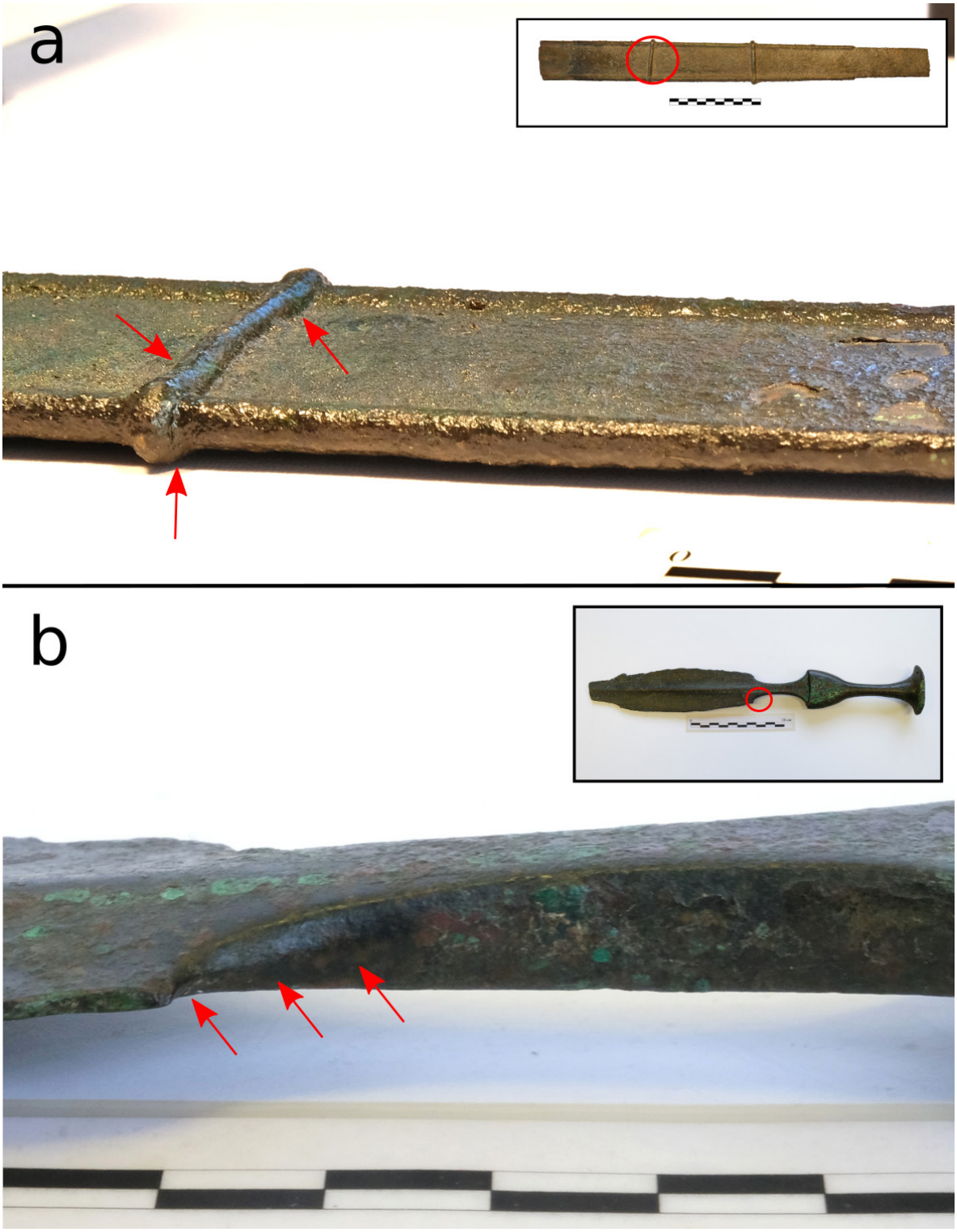

Fig. 11. a. Detalle de la espada de Ses Salines (Museu de Lluc), donde se aprecian los travesaños sobre la hoja simulando una vaina. b. Detalle de la espada corta del depósito de Es Mitjà Gran (Museu Arqueològic de Catalunya), mostrando la forma cóncava en el interior de los recazos. En las escalas de referencia, cada segmento mide 1 cm. En color en la versión electrónica.

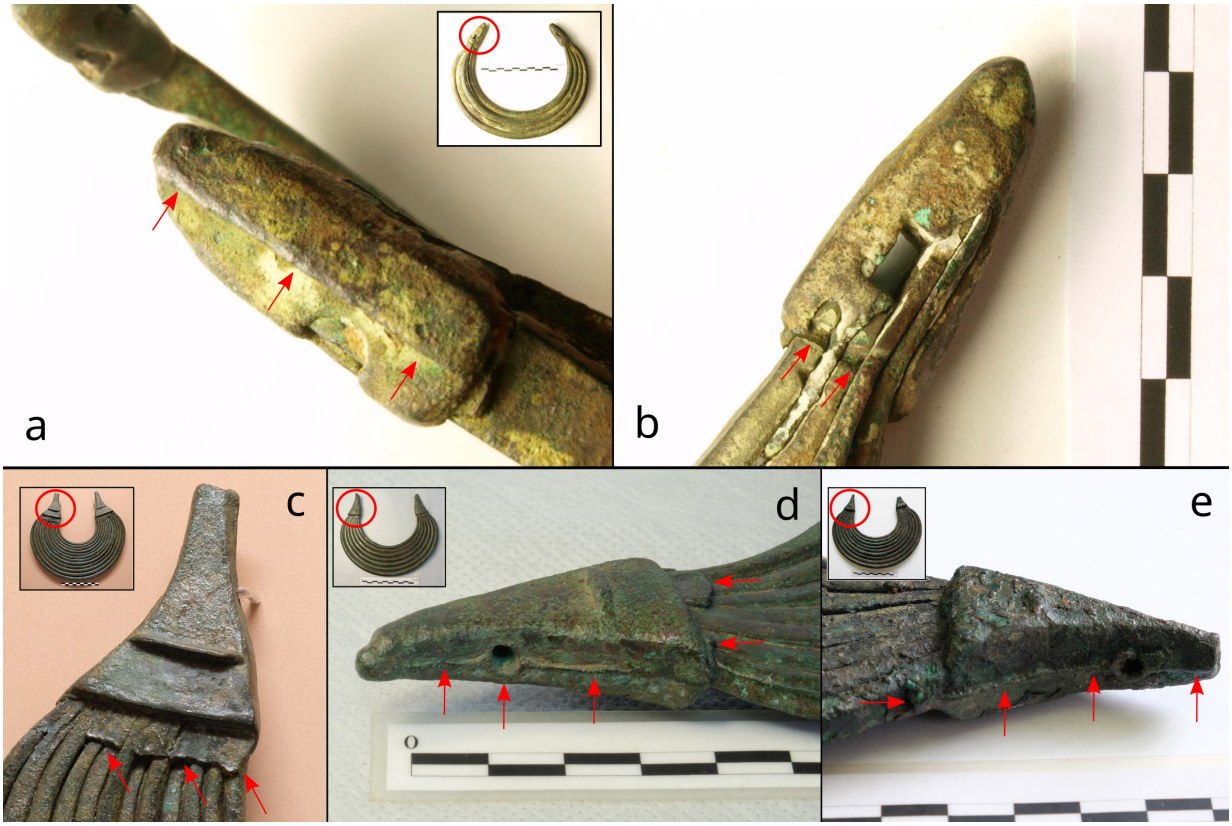

Fig. 12. Arriba Pectoral de Son Foradat mostrando los detalles del sobremoldeo (Museu Regional d'Artà): a. imagen de un lateral del vaciado adicional en el que se aprecia un "escalón", b. detalle de las marcas o muescas hechas sobre las varillas para conseguir una mejor fijación del vaciado adicional. Abajo c. Pectoral de Lloseta (Museu Arqueològic de Catalunya); d. Pectoral de Petra (Museu de Mallorca); e. Pectoral de Son Pisà (Museu Arqueològic de Catalunya). En c. d. e. se aprecia como el vertido del metal añadido resbaló sobre las varillas y las formas sinuosas y redondeadas con aspecto de haberse modelado sobre material moldeable. En c. d. se ven las rebabas o el positivo de las juntas producto de haber utilizado un molde con dos partes. En las escalas de referencia, cada segmento mide 1 cm. En color en la versión electrónica.

vo se habría hecho a partir de la impronta de otra espada acabada. La forma interior de los recazos no puede modelarse así sin estropear el molde antes incluso de ser usado para verter el metal, por lo que la elaboración más lógica sería el modelado en cera.

3.7. Pectorales

Se denomina así a ciertos objetos de bronce conformados por varillas curvas, macizas, de forma cilíndrica, cuya sección se estrecha hacia los extremos. En estos puntos aparecen unidas y embutidas en un cuerpo de tendencia triangular, con perforaciones para su suspensión. Se conocen estos elementos en Mallorca en los depósitos de Lloseta, Son Pisà, Son Foradat y Petra[5]. Hay un único ejemplar en Menorca, en Es Mercadal. La falta de paralelos en áreas geográficas próximas al archipiélago balear ha llevado a interpretarlos como objetos de tradición típicamente local. Se ha visto su posible inspiración en tipos del norte de Europa como los *halskragen*, y en las lúnulas de Reino Unido (Delibes de Castro y Fernández-Miranda 1988: 123). Guerrero *et al.* (2007) han propuesto similitudes con artefactos egipcios. Con dificultades podría argumentarse un posible influjo de áreas geográficamente lejanas, pero hay acuerdo en que, nuevamente, estos objetos son producciones locales originales (Delibes de Castro y Fernández-Miranda 1988; Guerrero *et al.* 2007; Calvo *et al.* 2013)[6]. La cronología sugerida para estos pectorales es coherente con las de los otros objetos tratados: *ca*. 1000-850 a. C. (Calvo *et al.* 2013).

[5] Véase nota 1.

[6] Véase nota 1.

3.7.1. Evidencias tecnológicas: vaciado adicional

Delibes y Fernández-Miranda (1988) identifican por primera vez el uso de *casting-on* para la elaboración de los pectorales mallorquines del Bronce Final. Sostienen que las varillas de los pectorales se fundían de forma independiente y después se doblaban hasta darles la forma deseada. Los extremos se martillearían hasta aplanar su sección. Es en los remates de los extremos donde vemos que se ha utilizado la técnica del *casting-on* para unir las varillas. Estos remates son de tendencia triangular, aunque las líneas de los ángulos suelen ser sinuosas, a veces rectas discontinuas y de bordes suaves. Los orificios que atraviesan estos remates suelen tener rebabas en los bordes, producidas al horadar el modelo (Quilliec 2007: 97). Estas características permiten deducir el uso de un material maleable y blando para hacer el molde. En la mayoría de los remates pueden verse restos de rebabas y goterones entre las varillas o sobre ellas. En el pectoral de Son Foradat (Fig. 12b), observamos además hendiduras o surcos en los extremos de las varillas. Su finalidad debía ser que el metal vertido al solidificarse quedara bien fijado sin desprenderse. El sistema observado en estas piezas es muy similar al que une las diez varillas de oro del brazalete de Alcúdia estudiado por Perea (1995: 73).

Llama la atención que la mayoría de estos remates muestren escalones o rebabas que apuntan al uso de moldes bivalvos (Fig. 12). Esto no está reñido con su elaboración con un material moldeable. Sobre ello, sugerimos dos posibilidades. La primera es que el vaciado adicional se hiciera en un molde de arcilla de dos valvas. El negativo interno de la forma en el interior podría haberse realizado a partir del modelo de un objeto acabado, montándolo *a posteriori* sobre las varillas mientras la arcilla estaba húmeda o tapando también con ella los huecos. La otra posibilidad es que el remate triangular sobre las varillas se modelara en cera y el recubrimiento de arcilla para el molde se hiciera mediante dos "placas" de arcilla. Estas se juntarían por los lados, quedando la huella de esta unión en el interior. Lo que vemos reflejado en el metal sería el positivo de esta junta. Sea como sea, no parece haber un esfuerzo final para retocar o eliminar estas rebabas en ninguno de los pectorales estudiados.

4. ELEMENTOS FORÁNEOS *VS* ELEMENTOS LOCALES

Los análisis de isótopos de plomo efectuados sobre objetos del Bronce Final han constatado que su materia prima es foránea al contexto insular de Mallorca. Hasta la fecha no se ha podido comprobar el uso de minerales de cobre de esta isla (Llull *et al.* 2021, 2022)[7]. En el conjunto del archipiélago, el cobre utilizado durante el Bronce Final procede siempre de Menorca, del sur y nordeste de la península ibérica, del sur de Francia, Cerdeña y, de forma más incierta, los Alpes (Llull *et al.* 2019, 2022; Sureda 2020; Sureda *et al.* 2021). Como no hay recursos de estaño en el archipiélago balear, este metal es siempre foráneo.

En segundo lugar, una parte importante de los tipos analizados, surgidos en el Bronce Final Balear, son exclusivos del archipiélago (Calvo *et al.* 2013; Llull *et al.* 2022). Aunque algunos conceptos puedan recordar a ideas foráneas, objetos como los "cinturones" o las "bridas" no tienen paralelos formales fuera del archipiélago balear, ni siquiera fuera de Mallorca. En cambio, para los alfileres de cabeza esférica o los pectorales se han señalado semejanzas con tipos geográficamente muy alejados. Las espadas tienen referentes formales foráneos pero, más allá de incorporar un concepto, se concretan en tipos muy específicos y de difícil referencia fuera de las Islas Baleares. Los espejos están en esta misma línea. Todo ello viene a reforzar el fuerte y marcado carácter isleño de este conjunto de artefactos.

En tercer lugar, el análisis de estos objetos ha documentado innovaciones técnicas ajenas a las *praxis* metalúrgicas de las Islas Baleares en el Bronce Medio[8], el periodo inmediatamente anterior. Destacamos el uso de la cera perdida y el sobremoldeo, una de sus variantes. Junto a esto, aunque no es el propósito de este trabajo, empezamos a ver la tímida utilización de aleaciones ternarias, p. ej., en el machete y la espada de Lloseta (Delibes y Fernández-Miranda 1988), la espada y los brazaletes de Es Mitjà Gran (Llull *et al.* 2022) o la fabricación de objetos compuestos de gran volumen si los comparamos con los de etapas anteriores, como los pectorales, las bridas o las espadas.

Estos rasgos y las técnicas aplicadas a las especificidades de las piezas locales supusieron, no sólo un proceso de transferencia tecnológica, sino especialmente de adaptación y reinterpretación local de determinados conocimientos.

5. DISCUSIÓN

5.1. El origen del conocimiento

La introducción de la técnica de la cera perdida y sus variantes en las comunidades isleñas nos obliga a analizar el entorno geográfico más cercano, así como las conexiones entre el archipiélago y el continente,

[7] Laura Perelló. *Tecnología metalúrgica del cobre y del bronce durante el período postalayótico en Mallorca (ca. s. VI a. C. - s. I a. C.)*. Tesis doctoral inédita. Universitat de les Illes Balears, 2017.

[8] Véase nota 1.

con el fin de identificar una posible conexión y transmisión de este conocimiento tecnológico al contexto insular.

En la península ibérica, encontraríamos las primeras evidencias de cera perdida en la metalurgia del oro. Se identifica esta técnica en el depósito gallego de As Silgadas (Pontevedra), para el que se ha propuesto una cronología imprecisa entre el 1400 y el 1000 a. C. (Armbruster y Comendador 2015: 145) siendo posiblemente el conjunto más antiguo. Estos conocimientos aparecen bien consolidados en el Bronce Final en diferentes ocultamientos de oro (Armbruster y Perea 1994; Perea y Armbruster 2008: 510). La mayoría de los hallazgos son depósitos, pero muchos pueden encuadrarse sin dificultades en estas cronologías. Así, la cera perdida está atestiguada en numerosos ejemplos en la fachada atlántica (Perea y Armbruster 2008; Armbruster 2012), o, un contexto geográfico más cercano a las Islas Baleares, en objetos del tesoro de Villena y del tesorillo de Cabezo Redondo (Alicante).

Armbruster y Perea (1994, 2007; Perea 1995; Perea y Armbruster 2008; Armbruster 2012) han estudiado en detalle la tecnología del oro de estas cronologías, determinando el uso de complejos procesos y combinaciones de técnicas que contrastan con la relativa sencillez de la tecnología del bronce. Según estas autoras (Perea y Armbruster 2008: 510) la metalurgia del bronce y la metalurgia del oro se desarrollan de forma independiente en la península ibérica. La razón es que sus respectivas producciones transcurrirían por canales distintos, sin transferencia tecnológica aparente entre ellas y con diferencias cronológicas en ambas praxis metalúrgicas. Las producciones orfebres serían más antiguas que las producciones de bronce y además estarían vinculadas a tradiciones atlánticas del oeste de Francia, Gran Bretaña e Irlanda (Armbruster y Perea 2007: 98).

También estas autoras señalan que en la península ibérica, durante el Bronce Final, lo habitual en el trabajo de bronce es el uso de los moldes bivalvos de piedra, arcilla o bronce (Armbruster y Perea 2007: 98). Los primeros bronces vaciados a la cera perdida son raros. Básicamente, se han detectado algunas reparaciones usando el vaciado adicional en el depósito de Ría de Huelva (España) (Rovira 1995; Armbruster 2000) o en espadas del depósito Fiéis de Deus (Portugal) (Armbruster 2000; Perea y Armbruster 2008). Parece que la más antigua elaboración de bronces de cera perdida se destina a objetos de lujo o rituales como espetones, ganchos para carne y recipientes para banquetes, además de adornos (Armbruster y Perea 2007; Perea y Armbruster 2008). El objeto de bronce más antiguo documentado hasta ahora en contexto peninsular fabricado mediante esta técnica es la pátera del depósito de Berzocana (Extremadura), pero se interpreta como una importación del Mediterráneo oriental (Perea y Armbruster 2008: 510). Zorea (2018) propone para esta pieza una cronología entre los siglos XIII y XII BC.

Encontramos otros ejemplos en los soportes con ruedas del depósito de Baiões (Viseu, Portugal) a los que se atribuye una influencia sarda o chipriota fruto de contactos precoloniales, aunque se consideran producciones locales (Armbruster 2000; Armada *et al.* 2008). La cera perdida se documenta en este depósito para la fabricación de objetos compuestos. También las "calderetas de anteojos" atestiguan el uso de esta técnica en la costa atlántica y una filiación centro mediterránea o mediterránea oriental. Sus asas muchas veces están fabricadas mediante cera perdida, fechándose en torno al siglo IX-VIII BC (Armada *et al.* 2008: 480-483).

También vemos esta técnica en los asadores articulados portugueses y extremeños de importante dispersión en el ámbito atlántico (Bronce Final II), aunque hay algunos ejemplos en Cerdeña y Chipre (Monte Sa Idda y tumba 523 de Amathus respectivamente) (Armada *et al.* 2008: 483-484).

La clara relación existente entre los primeros objetos donde se utiliza esta técnica y las tradiciones tecnológicas centro mediterráneas inclina a los investigadores a pensar más en una transmisión de conocimientos a través de agentes procedentes de estas regiones, que en una corriente procedente del norte y centro de Europa. Allí la cera perdida aplicada al bronce puede rastrearse hasta momentos muy anteriores, encontrándose bien consolidada, p. ej., en el Bronce Nórdico II (1430/1470 BC - 1300/1290 BC) (Nørgaard 2018) o el Bronce Medio francés (siglos 1700/1600-1400/1300 a. C.) en el Languedoc[9] y la zona oriental de Francia (Armbruster y Pernot 2006; Gluchy 2017).

La documentación de la cera perdida en objetos de bronce en la costa mediterránea francesa es más difícil de rastrear, y parece ser que no la veremos hasta momentos más tardíos. Lo mismo ocurre en el nordeste de la península ibérica, donde no parece documentarse hasta el protoibérico. Ejemplos de estos serían el trípode de la Clota (Teruel) (Rafel *et al*. 2010) y el de Les Ferreres de Calaceite (Armada *et al*. 2008; Armada y Rovira 2011). También pueden servir de ejemplo los colgantes zoomorfos, cuya presencia se concentra en las bocas del Ebro (Rafel 1997). Estos objetos se consideran producciones locales, pero con influencias centro mediterráneas estilísticas y tecnológicas. Se atribuye a los trípodes de la Clota y Les Ferreres un uso prolongado y un momento de elaboración muy anterior al de amortización, al considerarse objetos rituales o

[9] C. Lagarde. *Production métallique en Aquitaine à l'âge du Bronze moyen: Techniques, usages et circulation*. Tesis doctoral inédita. Université de Bordeaux, 2008.

de prestigio que podrían haber pasado de generación en generación. Su fecha de amortización se encuadra en torno al siglo VI a. C. Sin embargo, sus rasgos, propios de una tradición de imitaciones sardas de trípodes chipriotas, hacen pensar en una manufactura muy anterior, ya que a partir del siglo IX a. C. estas piezas no se manufacturan en el Mediterráneo Central. Los datos de isótopos de plomo del trípode de La Clota están a favor de una elaboración en talleres locales, sugiriendo una procedencia del plomo de Cartagena (Rafel *et al.* 2010). El soporte de Les Ferreres de Calaceite tiene los paralelos más estrechos en el sur de Francia (soporte de Las Peyros en Couffoulens, Aude) y Saint-Julien en Pézenas (Hérault) (Armada y Rovira 2011), pero con las mismas influencias y técnicas detectadas en La Clota.

Es muy posible que existan otros ejemplos de materiales similares en esta área del continente atribuibles a estas cronologías o a momentos previos, pero bien no se han publicado o no se han identificado. Sí parece indiscutible que la cera perdida aplicada a objetos de bronce sería más limitada y posterior que a los de oro. Además, las producciones más antiguas se vincularían a objetos de prestigio que, en la fachada atlántica de la península ibérica, se relacionaría con tradiciones tecnológicas de filiación centro mediterránea en el contexto de los contactos precoloniales, principalmente vía agentes sardos (Armada *et al*. 2008).

Ante este complejo panorama planteamos dos hipótesis sobre la introducción de esta tecnología en el archipiélago, sin que por ahora podamos contrastar la validez de una sobre otra:

1. La primera es el trasvase tecnológico desde la orfebrería del oro a la metalurgia del bronce. La zona de Alicante sería el área más cercana donde se habría podido generar este trasvase con evidencias del uso de esta tecnología en orfebrería como los tesoros de Villena y Cabezo Redondo. La conectividad entre ambas áreas parece confirmada por las corrientes y vientos existentes que permiten una fluida conexión entre ambas regiones (Guerrero 2006; Calvo *et al*. 2011; Calvo y Galmés 2018), así como por la evidencia de metal o mineral (Llull *et al*. 2021) y otras materias como el marfil de elefante africano que llegarían al archipiélago utilizando como última escala las costas alicantinas (Calvo y Guerrero 2002; Escanilla *et al*. 2017).

Esta hipótesis se centraría en el uso de la cera perdida para generar decoraciones conceptualmente parecidas, como las púas y las molduras. Este tipo de decoración se ha vinculado con la orfebrería de tradición atlántica del Bronce Final (Armbruster 2012: 430) pero parece ausente en la metalurgia del bronce salvo los mencionados ejemplos baleáricos. Delibes y Fernández-Miranda (1988: 128) ya se refirieron a la decoración de púas de algunos de los brazaletes de oro de la península ibérica y a sus coincidencias formales. También existe proximidad cronológica pues, a pesar de las dificultades de datación de los depósitos de Villena y Cabezo Redondo, nos podríamos situar en un horizonte del Bronce Final. Las cronologías altas propuestas alcanzan el siglo XIII a. C. según los actuales directores de las excavaciones de Cabezo Redondo (Hernández *et al*. 2014). Sin embargo, para Armbruster y Perea (1994), las ocultaciones de oro podrían ocurrir ya en los primeros momentos de la Edad del Hierro.

2. La segunda hipótesis vincularía directamente la cera perdida en las Baleares a su transmisión dentro de la esfera de la metalurgia del bronce. En este caso la llegada de este conocimiento al archipiélago se produciría por un cierto contacto con la zona del Estrecho y la franja atlántica más cercana. La conexión con el sudeste peninsular y las Baleares está refrendada por el metal procedente del interior de Andalucía (Llull *et al*. 2019, 2022; Sureda 2020; Sureda *et al*. 2021) y, en especial, por el marfil documentado en el archipiélago, probablemente procedente de ese ámbito, a través de una conexión africana (Lull *et al*. 1999; Escanilla *et al*. 2017).

Por otro lado, en la península ibérica tenemos el vaciado adicional, como sistema para reparar piezas de bronce, en algunas espadas de Ría de Huelva (Rovira 1995; Armbruster 2000) y en la elaboración de objetos compuestos, como los de Baiões (Armbruster 2000) o los asadores articulados occidentales. El sobremoldeo, visto en los pectorales mallorquines, tiene de nuevo su paralelo más próximo en una pieza de oro: el brazalete de Alcudia (Ciudad Real) donde se utilizó un vaciado adicional para unir los extremos de varias varillas (Perea 1995: 72). Sin embargo, incluso en orfebrería, sería un caso particular (Perea 1991: 97-98, 1995: 73) (siglos XII-IX a. C.).

Descartamos la llegada de estos conocimientos a las islas por contactos directos con Cerdeña o navegantes orientales. En primer lugar, pocos datos arqueológicos permiten confirmar este nexo. La única evidencia de esta relación es la presencia de objetos puntuales de metal en las Baleares (Llull *et al*. 2019, 2022). Este hecho no se ha vinculado a una conexión directa entre las Baleares y Cerdeña que, además, las condiciones meteomarinas no facilitan, sino más bien a través de una red de intercambios a nivel regional. La ruta marítima más segura desde Cerdeña habría sido en dirección norte, bordeando Córcega, llegando a la costa gala y, de allí utilizando corrientes y vientos de componente este, llegar desde el golfo de León a la península ibérica. Desde la costa del nordeste peninsular el régimen de vientos y corrientes favorece el acceso al archipiélago balear (Guerrero 2006; Calvo *et al*. 2011; Calvo y Galmés 2018). La documentación tardía de estos conocimientos tecnológicos en el nordeste peninsular y en

la costa mediterránea francesa, nos inclina a descartar la transmisión por esta vía, dado que la aplicación de este conocimiento a la metalurgia del bronce parece ser previa en el archipiélago balear.

Como se ve, la cuestión del origen de estos conocimientos no es fácil. Requiere valorar múltiples factores y anclajes cronológicos que no siempre son robustos o responden a criterios muy diversos. Sin embargo, a nuestro juicio, hay razones sólidas para pensar que la técnica de la cera perdida y el vaciado adicional habrían llegado a las Islas Baleares desde la península ibérica. Nos decantamos por proponer una relación influida por un entorno atlántico y del Estrecho, en un momento en el que ya se habrían incorporado conocimientos técnicos aportados por agentes foráneos. Resumimos los argumentos que permiten defender esta hipótesis:

1) En el registro arqueológico del archipiélago balear no detectamos contactos directos con Cerdeña, ni la presencia de artesanos o navegantes orientales. Las comunicaciones marítimas directas son muy complejas. El contacto, de haberse dado, habría sido indirecto a través de redes regionales de la costa sur de Francia y del Golfo de León, o de un reflujo desde el levante peninsular a raíz de la presencia de sardos, micénicos y otros grupos del Mediterráneo occidental en el entorno del Estrecho.

2) La posible afinidad tecnológica de los "pectorales" y los "cinturones" con una tradición metalúrgica atlántica: se documenta el uso de la cera perdida y sus variantes en cronologías cercanas en el tiempo, soluciones técnicas para unir las varillas mediante sobremoldeo y el uso de elementos decorativos de tradición orfebre atlántica, compatibles con elementos documentados en piezas baleáricas.

3) Los flujos de movilidad son bidireccionales como evidencian elementos de tradición atlántica en el centro mediterráneo, como los asadores articulados hallados en Cerdeña y Chipre (Armada *et al*. 2008) o las producciones de inspiración ibérica de Monte Sa Idda (Lo Schiavo 2008). En este sentido, también podríamos destacar la presencia de un posible artesano atlántico en el taller de Peña Negra (Alicante), tal y como señala Ruiz-Gálvez (1993).

4) El contacto entre las Baleares y el sur de la península ibérica en el Bronce Final está bien constatado arqueológicamente a través de la llegada de materiales de esa procedencia. En relación con estas dinámicas "precoloniales" puede detectarse, arqueológicamente, que Ibiza y Formentera experimentan cambios que las acabarán separando de las dinámicas históricas convergentes con las otras islas (Guerrero 2008; Sureda 2020). Estos cambios, previos al establecimiento de los fenicios en las Pitiusas, están estrechamente relacionados con los intensos flujos de intercambios que en el Bronce Final están teniendo lugar en el Mediterráneo Occidental.

5.2. La transmisión del conocimiento

La valoración del origen de esa transferencia de conocimiento debe considerar los altos conocimientos técnicos requeridos por la fabricación de objetos complejos mediante cera perdida. Estos incluyen las propiedades físicas de los materiales, su manipulación, los procedimientos, las herramientas, y la destreza para lograr la pieza deseada. Este alto nivel de pericia exige un contacto directo y constante entre el maestro artesano y el aprendiz para que este último adquiera los conocimientos teóricos, así como la *praxis* y los *habitus* interiorizados para poder aplicarlos. Ello, unido al carácter eminentemente local de los objetos de bronce fabricados en las Baleares mediante esta técnica, y a la imposibilidad de encontrar referentes foráneos al contexto insular, hace pensar que este trasvase de conocimiento tecnológico supuso la conexión directa entre artesanos foráneos y locales.

En este punto, podría ser interesante retomar la idea de Ruiz-Gálvez (1993) de la itinerancia de los artesanos durante el Bronce Final, sustentada con la existencia del artesano metalúrgico con un bagaje de tradición atlántica ya mencionado en el yacimiento de Peña Negra. Por su parte, Armada *et al*. (2008: 505) ven en Baiões comportamientos de hibridación generados a partir del contacto directo entre artesanos locales y sardos. Con muchos matices y a la luz de investigaciones actuales, muchos otros autores también apoyan la idea de los artesanos itinerantes (Kristiansen y Larsson 2005; Kristiansen 2016; Nørgaard 2014, 2018), por no hablar de lo que supone el hallazgo de herramientas de artesanos en pecios (Perea y Armbruster 2009).

De ser cierta la idea, posibilitaría el contacto estrecho entre estos agentes portadores del conocimiento tecnológico y los artesanos locales que lo readaptaron a los esquemas propios. Todo ello nos permite pensar en un complejo proceso de transferencia e hibridación tecnológica donde habrían participado los siguientes elementos:

1. La utilización del cobre y el estaño, metales foráneos al contexto de Mallorca, Ibiza y Formentera. En Menorca, el cobre podría ser local, pero no el estaño.
2. La recepción de un nuevo "saber hacer" tecnológico con un proceso de reinterpretación y adaptación al formalismo objetual propio e identitario del archipiélago. Ello supone la adaptación de la tecnología recibida a las peculiaridades culturales comentadas.
3. La generación de nuevos objetos en los que convergen ideas foráneas y patrones formales propios.

4. La introducción de esos objetos en *praxis* locales preexistentes.

6. CONCLUSIONES

La observación de huellas compatibles con el uso de la cera perdida y el vaciado adicional abre una vía de investigación, cuanto menos, sugerente. Un estudio profundo sobre Cadenas Técnicas Operativas que permitan explorar tradiciones tecnológicas y talleres queda para el futuro, dado que necesariamente requerirá de análisis más detallados.

La identificación de esta tecnología novedosa permite reflexionar sobre el papel de las comunidades insulares en el contexto del Bronce Final. La introducción de estos nuevos conocimientos en el archipiélago está emparejada con la aparición de nuevos tipos formales, sin referentes locales previos, ni paralelos foráneos. Las referencias formales y tecnológicas más coherentes con los objetos isleños nos llevan a pensar en un contacto con artesanos del círculo del Estrecho o portadores de conocimientos que remiten a una tradición atlántica.

La mayoría de los objetos estudiados proceden de la isla de Mallorca, pero creemos muy posible que estos conocimientos llegaran casi de forma simultánea a Menorca, siendo muy difícil saber a cuál de ellas primero. Las comunicaciones fluidas entre ambas islas en estos momentos (Albero *et al.* 2011; Calvo y Galmés 2018) invitan a pensar en una transmisión muy rápida de estas novedades, a pesar de las diferencias formales entre los tipos de objetos presentes en cada una. Según las referencias cronológicas expuestas y teniendo en cuenta las dataciones más precisas de Cova des Pas (Menorca), sugerimos que estas novedades estarían presentes en el archipiélago balear, al menos, desde el siglo X a. C. Somos conscientes de que esta hipótesis es arriesgada pero hay otras evidencias que permiten reconocer los contactos con estas áreas peninsulares en estas cronologías, como la presencia de metal coherente isotópicamente con el sur de la península ibérica o el hallazgo de marfil africano. Tampoco debería descartarse que estas vías de comunicación a través de las que llegarían a las islas materiales y conocimientos tecnológicos, estuvieran relacionadas con la ruta del estaño, metal para el que no parece haber problemas de suministros en el archipiélago.

En este contexto, destacamos la falta de orfebrería indígena balear en oro o plata. Sin duda, esto no responde a la imposibilidad de adquirir cualquiera de estos metales, fácilmente asequibles por viajar por los mismos canales que los otros materiales, personas o ideas. Más bien esta ausencia debe responder a una decisión cultural. De hecho, esta circunstancia es una constante durante toda la Prehistoria balear a pesar de los contactos intensos que las comunidades indígenas mantendrán con el mundo púnico hasta la romanización. De ser acertada la propuesta que presentamos en este trabajo, la aplicación de conocimientos propios de la orfebrería peninsular en oro a la metalurgia del bronce balear debe tener algún significado sobre el que convendrá indagar.

Sea como sea, es innegable que estas interacciones que implicaron a las comunidades baleáricas generaron situaciones nuevas, hibridaciones y *entanglements* que se traducen en una materialidad arqueológica con una identidad propia y original. Estos objetos híbridos habrían participado en las arenas sociales de las comunidades baleáricas (Javaloyas *et al.* 2015) incluyendo en su biografía, no sólo el rol al que se destinaron, sino también ese carácter híbrido imbricado en su propio proceso de fabricación.

AGRADECIMIENTOS

Damos las gracias al Dr. Jordi Principal, conservador del Museu Arqueológic Nacional de Catalunya, por la ayuda prestada y al personal del Museu de Mallorca y del Museu Regional d'Artà, por facilitarnos el estudio de los materiales arqueológicos.

BIBLIOGRAFÍA

Albero, D.; Garcia-Roselló, J.; Javaloyas, D. y Calvo Trias, M. 2011: "Cultura material, habitus, espacio y movilidad en el archipiélago Balear durante el Bronce Final I (c.1400-1100 BC)". *Bolletí de la Societat Arqueològica Lul·liana* 67, 15-37.

Armada, X. L.; Rafel, N. y Montero, I. 2008: "Contactos precoloniales, actividad metalúrgica y biografías de objetos de bronce en la Península Ibérica". En S. Celestino; N. Rafel y X. L. Armada (eds.): *Contacto cultural entre el Mediterráneo y el Atlántico (siglos XII-VIII ane). La precolonización a debate*. CSIC. Escuela Española de Historia y Arqueología en Roma. Madrid: 465-508.

Armada, X. L. y Rovira, S. 2011: "El soporte de Les Ferreres de Calaceite (Teruel): una revisión desde su tecnología y contexto". *Archivo Español de Arqueología* 84: 9-41. https://doi.org/10.3989/aespa.084.011.001

Armbruster, B. 2000: *Goldschmiedekunst und Bronzetechnik*. Monographies Instrumentum 15, Editions Mergoil. Dremil-Lafage.

Armbruster, B. 2012: "Approaches to metalwork: The role of technology in tradition, innovation, and cultural change". En T. Moore y X. L. Armada (eds.): *Atlantic Europe in the first millennium BC*. Oxford University Press. Oxford: 417-438.

Armbruster, B. y Comendador, B. 2015: "Early gold technology as an indicator of circulation processes in Atlantic Europe". En M. P. Prieto y L. Salanova (eds.): *The Bell beaker transition in Europe: mobility and local evolution during the 3rd millennium BC*. Oxbow Books. Oxford: 140-149.

Armbruster, B. y Perea, A. 1994: "Tecnología de herramientas rotativas durante el Bronce Final Atlántico. El depósito de Villena". *Trabajos de Prehistoria* 51 (2): 69-87. https://doi.org/10.3989/tp.1994.v51.i2.448

Armbruster, B. y Perea, A. 2000: "Macizo/hueco, soldado/fundido, morfología/tecnología: el ámbito tecnológico castreño a través de los tor-

ques con remates en doble escocia". *Trabajos de Prehistoria* 57 (1): 97-114. https://doi.org/10.3989/tp.2000.v57.i1.262

Armbruster, B. y Perea, A. 2007: "Change and persistence. The Mediterranean contribution to Atlantic metalwork in Late Bronze Age Iberia". En C. Burgess; P. Topping y F. Lynch (eds.): *Beyond Stonehenge. Essays on the Bronze Age in Honour of Colin Burgess*. Oxbow Books. Oxford: 97-106.

Armbruster, B. y Pernot, M. 2006: "La technique du tournage utilisée à l'Âge du Bronze final pour la fabrication d'épingles de bronze trouvées en Bourgogne". *Bulletin de la Société préhistorique française* 103 (2): 305-311. https://doi.org/10.3406/bspf.2006.13435

Bhabha, H. K. 2002: *El lugar de la cultura*. Ediciones Manantial SRL. Buenos Aires.

Brandherm, D. 2007: *Las espadas del Bronce Final en la Península Ibérica y Baleares*.Prähistorische Bronzefunde, Abteilung IV, 16. Franz Steiner. Stuttgart.

Calvo, M.; Albero, D.; Garcia-Rosselló, J.; Javaloyas, D. y Guerrero, V. 2013: "Re-thinking social hierarchisation and stratification in the Bronze Age of the Balearic Islands". En M. Cruz; L. García Sanjuán y A. Gilman (eds.): *The Prehistory of Iberia: Debating early social stratification and the state.* Routledge. New York: 170-202.

Calvo, M. y Galmés, A. 2018: "De islas e isleños. Movilidad, conectividad y generación de identidades en las Islas Baleares durante el Bronce Medio y Final. Nuevas líneas de reflexión". En M. G. Melis (ed.): *La Préhistoire et la Protohistoire des îles de Mediterranée Occidentale. Matières premières, circulation, expérimentation et traditions techniques*. Quaderni del Laboratorio di preistoria e archeologia sperimentale - Quaderni del LaPArS 3: 139-162.

Calvo, M. y Guerrero, V. M. 2002: *Los inicios de la metalurgia en Baleares. El Calcolítico (c. 2500-1700 cal. BC)*. El Tall. Palma.

Calvo, M.; Guerrero, V. M. y Salvà, B. 2001: *La cova des Moro (Manacor, Mallorca): campanyes d'excavacions arqueològiques 1995-1998*. Col·lecció Quaderns de Patrimoni Cultural 4, Consell de Mallorca. Departament de Cultura i Joventut. Palma.

Calvo, M.; Javaloyas, D.; Albero, D.; Garcia-Rosselló, J. y Guerrero, V. M. 2011: "The ways people move: mobility and seascapes in the Balearic Islands during the late Bronze Age (*c*. 1400–850/800bc)". *World Archaeology* 43 (3): 345-363. https://doi.org/10.1080/00438243.2011.605840

Chapman, R. 1991: *La formación de las sociedades complejas. El sureste de la península ibérica en el marco del Mediterráneo occidental*. Crítica. Barcelona.

Colominas, J. 1923: "Els bronzes de la cultura dels talaiots de l'illa de Mallorca". *Butlletí de l'Associació Catalana d'Antropologia, Etnologia i Prehistòria* 1: 88-98.

Delibes de Castro, G. y Fernández-Miranda, M. 1988: *Armas y utensilios de bronce en la Prehistoria de Baleares*. Studia Archaeologica, Universidad de Valladolid. Valladolid.

Escanilla, N.; Palomar, B. y Valenzuela, L. 2017: "Botons amb perforació en 'V' a la Cova del Camp del Bisbe (Sencelles, Mallorca)". En M. Anglada; A. Martínez y M. Riera (eds.): *VII Jornades d'Arqueologia de les Illes Balears (Maó 2016)*: 29-38. Maó.

Gelabert, M.; Hernández-Gasch, J. y Puig, A. 2018: "Updating knowledge: Architecture, use and chronology of the Late Bronze Age stepped monuments in Mallorca". *Trabajos de Prehistoria* 75 (1): 128-145. https://doi.org/10.3989/tp.2018.12207

Giardino, C. 2010: *I metalli nel mondo antico. Introduzione all'archeometallurgia*. Editori Laterza. Bari.

Gluchy, A. 2017: "Le savoir-faire des artisans bronziers au Bronze final: lecture des états de surface d'objets de parure issus du dépôt n° 2 de Saint-Priest Les Feuilly (Rhône)". *Revue archéologique de l'Est* 66: 113-152.

Guerrero, V. M. 2006: "Nautas baleáricos durante la Prehistoria (parte I). Condiciones meteomarinas y navegación de cabotaje". *Pyrenae* 37 (1): 87-129.

Guerrero, V. M. 2008: "El Bronce Final en las Baleares. Intercambios en la antesala de la colonización fenicia del archipiélago". En S. Celestino, N. Rafel y X. L. Armada (eds.): *Contacto cultural entre el Mediterráneo y el Atlántico (siglos XII-VIII ane). La precolonización a debate*. CSIC. Escuela Española de Historia y Arqueología en Roma. Madrid: 183-217.

Guerrero, V. M.; Calvo, M.; Garcia-Rosselló, J. y Gornés, S. 2007: *Prehistory of the Balearic Islands. Archaeological record and social evolution before the Iron Age*. British Archaeological Reports Internacional Series 1690, Archaeopress. Oxford.

Hahn, H. P. 2004: "Global goods and the process of appropriation". En P. Probst y G. Spittler (eds.): *Between resistance and expansion: Explorations of local vitality in Africa*. Lit. Münster. London: 213-231.

Henderson, J. 1999: "Una nueva caracterización? La investigación científica de las cuentas de fayenza encontradas en la Cova des Càrritx (Menorca), Sa Cometa des Morts I (Mallorca), Son Maimó (Mallorca) y Este (Véneto, Italia)". En V. Lull, R. Micó y R. Risch (eds.): *La Cova des Càrritx y la Cova des Mussol. Ideología y sociedad en la prehistoria de Menorca*. Consell Insular de Menorca, Ajuntament de Ciutadella, Fundació Rubió Tudurí Andrómaco. Barcelona: 631-642.

Hernández, M.; García, G. y Barciela, V. 2014: "The treasures of Villena and Cabezo Redondo (Alicante, Spain)". En H. Meller, R. Risch y E. Pernicka (eds.): *Metals of power –Early gold and silver. 6th Archaeological Conference of Central Germany. October 17–19, 2013 in Halle (Saale)*. Tagungen des Landesmuseums für Vorgeschichte Halle 11. Halle (Saale): 593-608.

Javaloyas, D.; Garcia-Rosselló, J.; Albero, D. y Calvo, M. 2015: "Swords without warriors: a new reading of Bronze Age artefacts in the Balearic Middle and Late Bronze Age (c. 1600/1550-850 cal BC)". En P. Suchowska-Ducke, S. Scott y H. Vandkilde (eds.): *Forging identities. The mobility of culture in Bronze Age Europe* 2. British Archaeological Reports International Series 2772, British Archaeological Reports Ltd. Oxford: 63-71.

Juan, G. y Plantalamor, L. 1997: *Memòria de les excavacions a la naveta de Cala Blanca. 1986-1993*. Treballs del Museu de Menorca 21. Maó.

Kristiansen, K. 2016: "Interpreting Bronze age trade and migration". En C. Knappett y E. Kiriatzi (eds.): *Human mobility and technological transfer in the Prehistoric Mediterranean*. British School at Athens Studies in Greek Antiquity Cambridge University Press. Cambridge: 154-180.

Kristiansen, K. y Larsson, T. B. 2005: *The rise of Bronze Age society: Travels, transmissions and transformations*. Cornell University Press. Cambridge.

Llull, B.; Perelló, L. y Calvo, M. 2021: "A geochemical characterization of copper ore deposits in the Balearic Islands: an isotope database for archaeometallurgical studies in Western Mediterranean Prehistory". *Archaeological and Anthropological Sciences* 13 (7): 118. https://doi.org/10.1007/s12520-021-01370-9

Llull, B.; Perelló, L. y Calvo, M. 2022: "Maritime connections in the western Mediterranean and access to copper resources in the Balearic Islands during the Late Bronze Age. Isotopic characterization of the bronze deposit at Es Mitjà Gran, Mallorca". *Archaeometry*: 1-18. https://doi.org/10.1111/arcm.12755

Llull, B.; Perelló, L.; Guerrero, V. M.; Fullola, J. M.; Petit, M. À. y Calvo, M. 2019: "Caracterización isotópica y elemental de los metales de Cova des Pas (Ferreries, Menorca). Una necrópolis de transición del Bronce Final al Hierro". *Trabajos de Prehistoria* 76 (1): 102-119. https://doi.org/10.3989/tp.2019.12228

Lo Schiavo, F. 2008: "La metallurgia sarda: relazioni fra Cipro, Italia e la Penisola Ibérica. Un modello interpretativo". En S. Celestino, N. Rafel y X. L. Armada (eds.): *Contacto cultural entre el Mediterráneo y el Atlántico (siglos XII-VII ane): la precolonización a debate*. CSIC, Escuela Española de Historia y Arqueología en Roma. Madrid: 417-436.

Lo Schiavo, F.; Muhly, J.; Maddin, R. y Giumlia-Mair, A. (eds.) 2009: *Oxhide ingots in the central Mediterranean*. A. G. Leventis Foundation. CNR-Istituto di studi sulle civiltà dell'Egeo e del Vicino Oriente. Roma.

Lull, V.; Micó, R.; Rihuete, C. y Risch, R. 1999: *Ideología y sociedad en la prehistoria de Menorca. La Cova des Càrritx y la Cova des Mussol*. Consell Insular de Menorca, Ajuntament de Ciutadella, Fundació Rubió Tudurí Andrómaco. Barcelona.

Nørgaard, H. W. 2014: "Are valued craftsmen as important as prestige goods? Ideas about itinerant craftsmanship in the Nordic Bronze Age". En S. Reiter, H. Nørgaard, Z. Kölcze y C. Rassmann (eds.): *Rooted in movement: Aspects of mobility in Bronze Age Europe*. Jutland archaeological Society Publications. Denmark: 37-52.

Nørgaard, H. W. 2018: *Bronze Age metalwork: Techniques and traditions in the Nordic Bronze Age 1500- 1100 BC*. Archaeopress. Oxford. https://doi.org/10.2307/j.ctvndv72s

Perea, A. 1991: *Orfebrería prerromana: arqueología del oro*. Caja de Madrid, Comunidad de Madrid, Consejería de Cultura, Dirección General de Patrimonio Cultural. Madrid.

Perea, A. 1995: "La metalurgia del oro en la fachada atlántica peninsular durante el Bronce Final: interacciones tecnológicas". En M. Ruiz-Gálvez (ed.): *Ritos de paso y puntos de paso: la ría de Huelva en el mundo del Bronce Final europeo*. Complutum-extra 5, Universidad Complutense de Madrid. Madrid: 69-78.

Perea, A. y Armbruster, B. 2008: "Tradición, cambio y ruptura generacional. La producción orfebre de la fachada atlántica durante la transición Bronce-Hierro de la Península Ibérica". En S. Celestino, N. Rafel y X. L. Armada (eds.): *Contacto cultural entre el Mediterráneo y el Atlántico (siglos XII-VII ane): la precolonización a debate*. CSIC, Escuela Española de Historia y Arqueología en Roma. Madrid: 509-522.

Perea, A. y Armbruster, B. 2009: "El molde de orfebre". En X. Nieto y M. Santos (eds.): *El vaixell grec arcaic de Cala Sant Vicenç*. Monografies del Centre d'Arqueología Subaquàtica de Catalunya – CASC, Museu d'Arqueologia de Catalunya y CASC. Barcelona: 255-259.

Perea, A.; Armbruster, B.; Demortier, G. y Montero, I. 2003: "Tecnología atlántica para dioses mediterráneos: los candelabros de oro tipo Lebrija". *Trabajos de Prehistoria* 60 (1): 99-114. https://doi.org/10.3989/tp.2003.v60.i1.124

Quilliec, B. T. 2007: "Vida y muerte de una espada atlántica del Bronce Final en Europa: reconstrucción de los procesos de fabricación, uso y destrucción". *Complutum* 18: 93-107.

Rafel, N. 1997: "Colgantes de bronce paleoibéricos en el N.E. de la Península Ibérica. Algunas reflexiones sobre las relaciones mediterráneas". *Pyrenae* 28: 99-117.

Rafel, N.; Montero, I.; Rovira, M. C. y Hunt, M. A. 2010: "Sobre el origen y la cronología del trípode de varillas de La Clota (Calaceite, Teruel): nuevos datos arqueométricos". *Archivo Español de Arqueología* 83: 47-65. https://doi.org/10.3989/aespa.083.010.003

Rosselló, G. 1979: *La cultura talayotica en Mallorca. Bases para el estudio de sus fases iniciales*. Ediciones Cort. Palma de Mallorca.

Rosselló, G. 1987: "Metalurgia en el Pretalayótico Final de Mallorca". *Archivo de Prehistoria Levantina* XVII: 147-156.

Rovira, S. 1995: "Estudio arqueometalúrgico del depósito de la Ría de Huelva". *Complutum Extra* 5: 33-58.

Ruiz-Gálvez, M. 1993: "El Occidente en la Península Ibérica, punto de encuentro entre el Mediterráneo y el Atlántico a fines de la Edad del Bronce". *Complutum* 4: 41-68. https://revistas.ucm.es/index.php/CMPL/article/view/CMPL9393120041A

Ruiz-Gálvez, M. 2009: "¿Qué hace un micénico como tú en un sitio como éste?: Andalucía entre el colapso de los palacios y la presencia semita". *Trabajos de Prehistoria* 66 (2): 93-118. https://doi.org/10.3989/tp.2009.09028

Ruiz-Gálvez, M. 2013: *Con el fenicio en los talones: los inicios de la Edad del Hierro en la cuenca del Mediterráneo*. Bellaterra. Barcelona.

Salvà, B.; Perelló, L. y Llull, B. 2018: "Metalurgia prehistórica en las Islas Baleares. Cambios y continuidades". En M. G. Melis (ed.): *La Préhistoire et la Protohistoire des îles de Mediterranée Occidentale. Matières premières, circulation, expérimentation et traditions techniques*. Quaderni del LaPArS 3, Laboratorio di Preistoria e Archeologia Sperimentale. Sassari: 69-98.

Sherratt, S. y Sherratt, A. 1993: "The growth of the Mediterranean economy in the Early First Millennium BC". *World Archaeology* 24 (3): 361-378. https://doi.org/10.1080/00438243.1993.9980214

Stockhammer, P. W. 2012: *Conceptualizing cultural hybridization: A transdisciplinary approach*. Springer.

Sureda, P. 2019: "The first metallurgy in the Pityusic Islands (Balearic archipelago, Mediterranean Sea)". *Archaeological and Anthropological Sciences* 11 (6): 2727-2741. https://doi.org/10.1007/s12520-018-0685-8

Sureda, P. 2020: "Metallic encounters in the Balearic Islands: An approach to Western Mediterranean trade dynamics in the 'global' Late Bronze Age". *Quaternary International* 550: 130-146. https://doi.org/10.1016/j.quaint.2020.04.001

Sureda, P.; Deyà, J.; Galera, P.; Murillo-Barroso, M. y Salvà-Simonet, B. 2021: "Emblematic objects for societies in transition. An archaeological and archaeometric study of the sword of Serral de ses Abelles (Puigpunyent, Mallorca)". *Journal of Archaeological Science: Reports* 40: 103201. https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2021.103201

Tartaron, T. 2013: *Maritime networks in the Mycenaean World*. Cambridge University Press. Cambridge. https://doi.org/10.1017/CBO9781139017374

Tartaron, T. 2018: "Geography matters: Defining maritime small worlds of the Aegean Bronze Age". En J. Leidwanger y C. Knappett (eds.): *Maritime networks in the Ancient Mediterranean World.* Cambridge University Press. Cambridge: 61-92. https://doi.org/10.1017/9781108555685.005

Torres, M. 2008: "Los "tiempos" de la precolonización". En C. Pérez, N. Rafel y X. L. Armada (eds.): *Contacto cultural entre el Mediterráneo y el Atlántico (siglos XII-VII ane): la precolonización a debate*. CSIC, Escuela Española de Historia y Arqueología en Roma. Madrid: 59-92.

Van Dommelen, P. 2006: "Colonial matters: Material culture and postcolonial theory in colonial situations". En C. Tilley, W. Keane, P. Spyer y M. Rowlands (eds.): *Handbook of material culture*. SAGE Publications Ltd. London: 104-124.

Van Strydonck, M.; Boudin, M.; Guerrero, V. M.; Calvo, M.; Fullola, J. M. y Petit, M. À. 2010: "The necessity of sample quality assessment in 14C AMS dating: The case of Cova des Pas (Menorca – Spain)". *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms* 268 (7-8): 990-994.

Veny, C. 1982: *La necrópolis protohistórica de Cales Coves, Menorca*. Bibliotheca Praehistorica Hispana, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Instituto Español de Prehistoria. Madrid.

Vilaça, R. 2012: "Late Bronze Age: Mediterranean impacts in the Western End of the Iberian Peninsula (actions and reactions)". *Cuadernos de arqueología mediterránea* 21: 13-42.

Zorea, C. 2018: "Teorías sobre el cuenco de bronce de Berzocana y el Mediterráneo oriental en los siglos XII-X a.C." *Complutum* 29 (2): 339-359. https://doi.org/10.5209/CMPL.62584