

Diez años a los fuelles: prácticas didácticas y divulgativas en arqueometalurgia experimental *

Ten Years at the Bellows: Educational and Outreach Practices in Experimental Archaeometallurgy

AARON LACKINGER

Departamento de Prehistoria y Arqueología. Universidad de Granada. Campus Universitario de Cartuja. 18071 Granada

Email: alackinger@ugr.es

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2304-5936>

BEATRIZ COMENDADOR REY

Departamento de Historia, Arte y Geografía. Universidad de Vigo. Edificio de Facultades Campus Norte. 32004 Ourense

Email: beacomendador@uvigo.es

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7717-6464>

Cómo citar: Lackinger, Aaron y Comendador Rey, Beatriz (2025-2026): “Diez años a los fuelles: prácticas didácticas y divulgativas en arqueometalurgia experimental”. *BSAA arqueología*, vol. XC-XCI, pp. 84-107. DOI: <https://doi.org/10.24197/r6wnb098>

Resumen: Este artículo presenta un balance de diez años de actividades de arqueometalurgia experimental desarrolladas en contextos académicos y sociales. El objetivo principal es analizar su potencial didáctico-divulgativo, prestando especial atención a los procesos de enseñanza-aprendizaje generados a través de la experimentación y la participación directa.

El trabajo se basa en un enfoque cualitativo sustentado en la observación participante y en la sistematización de la experiencia acumulada en actividades dirigidas a participantes con perfiles diversos, incluyendo infantil, general y especializado. Se examina la adaptación de estas prácticas a distintos contextos, así como su capacidad para generar interacción, implicación y transmisión de conocimiento.

* Este trabajo se ha realizado en el marco del Proyecto de Investigación “Metal y Ambar II: Circulación de bronce y ambar en el sureste peninsular durante la Edad del Bronce” (PID2019-108289GB-I00), financiado por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades.

Los resultados ponen de manifiesto el valor de la arqueometalurgia experimental como herramienta para la socialización del conocimiento arqueológico y el aprendizaje experiencial, permitiendo establecer nuevas perspectivas para el desarrollo futuro de actividades vinculadas al patrimonio.

Palabras clave: metalurgia, procesos tecnológicos, didáctica patrimonial, prehistoria, historia viva.

Abstract: This paper presents a ten-year overview of experimental archaeometallurgy activities developed in both academic and social contexts. The main objective is to analyse their educational and outreach potential, with particular attention to the learning processes generated through hands-on experimentation and active participation.

The study adopts a qualitative approach, based on long-term participant observation and the systematic analysis of accumulated experience in activities involving participants with different profiles, including children, non-specialist participants, and specialised groups. The paper examines how these practices have been adapted to diverse contexts, as well as their capacity to foster interaction, engagement, and knowledge transmission.

The results highlight the value of experimental archaeometallurgy as a tool for the socialisation of archaeological knowledge and experiential learning. These practices not only facilitate the understanding of complex technological processes but also promote meaningful interactions between research and society, opening new perspectives for the development of heritage-related educational and outreach activities.

Keywords: Metallurgy, technological processes, heritage education, prehistory, living history.

INTRODUCCIÓN

En este trabajo se sintetizan distintos trabajos realizados entre 2012 y 2022 relacionados con la divulgación y didáctica de la arqueometalurgia. Estas acciones parten de investigaciones centradas fundamentalmente en la metalurgia prehistórica, empleando la arqueología experimental como método.

A partir de estas investigaciones, se desarrollaron diversas acciones de carácter didáctico y divulgativo. Estas actividades responden a una demanda social de mayor conocimiento sobre la arqueometalurgia, con la vocación de “rehumanizar” la materialidad arqueológica (Fernández González, [2000](#)), aunque siempre ligada a la investigación (Pétrequin, [2008](#)).

A partir de esta trayectoria, el presente trabajo tiene como objetivo analizar el potencial didáctico-divulgativo de las acciones desarrolladas, atendiendo a su adaptación a distintos perfiles de participantes y contextos, así como a los procesos de aprendizaje e interacción generados.

Las actividades sobre las que se construye este estudio se resumen en el Anexo I, donde se aporta la información básica relativa a cada una de ellas, así como la bibliografía y enlaces informativos generados.

1. OBJETIVOS Y FUNDAMENTOS METODOLÓGICOS

Con este trabajo se pretende valorar la trascendencia social de distintas actividades didácticas y/o divulgativas realizadas a lo largo de 10 años. Éstas no responden a una planificación conjunta, sino que se realizan en sinergia con otros trabajos académicos y en colaboración o a demanda de distintas instituciones o entidades, por ello hay una gran variabilidad en las localizaciones, temáticas, objetivos y duración de las actividades presentadas ([Anexo I](#)). Pese a su heterogeneidad, se ha decidido presentarlas en conjunto porque existen dos hilos conductores en todas ellas: la arqueometalurgia experimental y la interacción directa con la sociedad.

Entre los objetivos de las actividades se han distinguido entre didácticos, divulgativos y científicos.

Las de tipo didáctico son aquellas cuyo objetivo es la enseñanza, en todas ellas existe un contenido, una metodología pedagógica y una evaluación. Algunas se insertan en procesos de enseñanza reglada, ajustándose a los currículos establecidos, mientras que otras consisten en cursos formativos especializados, para los cuales se elabora un programa de contenidos, que generalmente comienza con sesiones teóricas y finaliza con sesiones prácticas. Se han desarrollado actividades dirigidas a colectivos muy diversos, que van desde alumnado de 3 años hasta estudiantes de postgrado, por lo que el lenguaje, y los contenidos varían mucho. La perspectiva teórico-metodológica se enmarca dentro del constructivismo (Monteagudo y Oliveros, [2016](#)) y el aprendizaje activo (*learning-by-doing*) (Reese, [2011](#)). En términos generales se ha tratado de basar el proceso de enseñanza-aprendizaje en los conocimientos previos demostrados por los/as asistentes, comenzando siempre por preguntas y, en ocasiones, encuestas, que ayuden a establecer los conocimientos básicos del conjunto. Durante el desarrollo de las actividades, se fomenta la participación para que el proceso de enseñanza-aprendizaje se de tipo activo y dinámico, con una continua interacción entre los participantes. Respecto a los procesos de evaluación, generalmente se basan en la observación de la participación e interacción con los/as participantes y generalmente es una evaluación de grupo, más que individualizada, ya que con este tipo de propuestas los aprendizajes individuales son diversos y atienden a distintos factores, que tienen que ver con el conocimiento previo, las destrezas personales, incluyendo las técnicas, pero también las sociales. En aquellas actividades insertadas en la enseñanza reglada universitaria, al alumnado se le exige además que participe del registro del proceso que se está realizando, para lo cual se le dota previamente de los conocimientos y herramientas necesarias. Este registro se realiza por grupos, ya

que simultáneamente deben participar del desarrollo de la actividad y los resultados que se obtienen son evaluables de una forma más objetiva.

Las actividades de tipo divulgativo son aquellas que se realizan con la vocación de trasladar a la sociedad aspectos del conocimiento arqueometalúrgico generado. Desde un punto de vista teórico, éstas se entienden como un diálogo con la sociedad (en boca de sus miembros presentes), una transmisión de conocimiento horizontal y recíproca en la que se produce un aprendizaje mutuo, a través de ellas se pretende generar un vínculo entre los/as participantes y su patrimonio. No obstante, la casuística y resultados son muy diversos. Se producen en distintos marcos y se adaptan a ellos, tanto respecto a los contenidos, que varían en función del lugar, perfil de los participantes, necesidades de las entidades demandantes; como físicamente, adaptando la infraestructura que se emplea a distintas realidades (entornos urbanos, arqueológicos, naturales...). Dependiendo de estas realidades, se diseña una actividad participativa, preferentemente, o demostrativa, cuando las condiciones no lo permiten. Las acciones divulgativas constituyen el grueso de las actividades aquí presentadas y su heterogeneidad dificulta su sistematización, tanto en su ejecución, como en la extracción de datos comparable. Su inclusión bajo la denominación de “arqueología experimental” es cuestionable y, desde luego, según las visiones más clásicas sin duda alguna quedaría fuera (por ejemplo, Reynolds, [1994](#)), aunque a nuestro juicio su inclusión o no se enmarca en un debate más amplio cuya pregunta clave es si la Educación Patrimonial (Fontal, [2020](#)), referida a patrimonio y conocimiento arqueológico, forma o no parte de la propia Arqueología. La principal herramienta para analizar los resultados es la retroalimentación y conversación durante la realización de las mismas, de las que se extrae alguna de la información presentada en este trabajo. Generalmente no se trata de un grupo cerrado de personas, sino que se trata de actividades abiertas, a las que los visitantes se acercan a lo largo de su desarrollo, por lo que el grado de participación y la retroalimentación es muy variable.

Existen actividades indicadas como didácticas y divulgativas, en este caso se trata de experiencias abiertas a la participación de asistencia libre, para las que sería una actividad divulgativa, mientras que para una parte específica de los/as participantes sería una actividad curricular y formativa en la cual asumirían responsabilidades de documentación y ejecución de los experimentos. Con esta fórmula mixta se cumplen ambos objetivos, con un seguimiento y participación diferenciados.

Las actividades con objetivos científicos aquí presentadas son únicamente aquellas que contienen un componente didáctico y/o divulgativo. Su motivación incluye preguntas de investigación en el campo de la arqueometalurgia. Su metodología parte de una pregunta arqueológica, en los casos aquí presentados, de tipo tecnológica, para cuya respuesta se construye un protocolo experimental,

que contempla la participación de personas en el desarrollo y/o registro del experimento. Este tipo de actividades se realiza preferentemente con participantes con algún grado de especialización, aunque también se han realizado experimentos con participantes no especializados, lo que requiere un mayor control por parte de los organizadores. Se presenta un caso cuyo único objetivo es científico (nº 3), que además es un trabajo etnoarqueológico y no experimental, aunque se justifica por la trascendencia que ha tenido en trabajos experimentales posteriores (Lackinger *et alii*, [2017](#)).

En conjunto, las actividades analizadas se sitúan en un espacio híbrido entre la didáctica y la divulgación científica. Aunque no siempre forman parte de un proceso educativo formal, generan dinámicas de enseñanza-aprendizaje significativas, basadas en la experiencia directa y la participación activa. Por ello, se emplea aquí el término didáctico-divulgativo para describir este tipo de prácticas, cuyo objetivo común, en última instancia es la sensibilización patrimonial (Fontal, [2020](#)).

2. ARQUEOMETALURGIA EXPERIMENTAL Y EDUCACIÓN PATRIMONIAL

Nuestras líneas de trabajo académico han estado centradas en producción y transformación de bronce en la Prehistoria. Hemos desarrollado experimentos relacionados con la obtención de bronce por las tres vías posibles (Rovira, [2007](#)): reducción conjunta de minerales de cobre y estaño (correducción), reducción de minerales de estaño en cobre metálico (cementación) y obtención de cobre y estaño por separado para su posterior aleación (Lackinger *et alii*, [2013](#)).

Así mismo se han desarrollado experimentos de producción de piezas explorando la técnica de la cera perdida (Lackinger y Comendador, [2013](#)) y la fundición de piezas en moldes bivalvos (Lackinger, [2014](#)). Recientemente se ha realizado una aproximación a la producción de hachas muy plumadas de Bronce Final (Armada *et alii*, [2023](#)).

Además, se ha explorado desde una perspectiva más experiencial, la producción de hierro y el colado de piezas de distintas aleaciones de base cobre con diversas técnicas y cronologías que abarcan desde la Prehistoria hasta la época Tardoantigua.

Este conjunto de actividades, además de generar conocimiento científico, supusieron un importante proceso de aprendizaje por parte de los autores, ya que reconstruir procesos tecnológicos del pasado a partir de datos arqueológicos, no es una tarea sencilla. Generalmente se parte de información incompleta y es necesario buscar soluciones viables y coherentes para las lagunas existentes. Lo cual implica, en ocasiones, emplear el método de ensayo/error para comprobar y ajustar las soluciones planteadas (O'Sullivan *et alii*, [2014](#)). Para ello la dialéctica

con artesanos y artesanas ha sido una vía de trabajo, ya que poseen conocimientos técnicos y tecnológicos tradicionales aprendidos, extrapolables al pasado.

A partir de este aprendizaje, se han desarrollado distintas actividades performativas con el objetivo general de trasladar a la sociedad el conocimiento generado y con objetivos particulares que variaban en función de la motivación del evento y de las personas participantes a las que se dirige.

2. 1. Actividades dirigidas a participantes infantiles

Se han realizado actividades divulgativas dirigidas a participantes infantiles, en su mayoría realizadas como acciones complementarias dentro de un programa más amplio como parte del proyecto de intervención arqueológica en el yacimiento de El Castillón, en la localidad zamorana de Santa Eulalia de Tábara, bajo la denominación de “Talleres de Arqueología para Niños y Niñas”, organizados por la Asociación Zamora Protohistórica¹.

En ellas se mostraron reproducciones de piezas prehistóricas y antiguas, acompañadas de demostraciones de fundición. En algunos casos, estas se basaban en objetos arqueológicos, mientras que en otros se empleaban elementos cotidianos fácilmente reconocibles por los participantes (llaves, monedas, etc.), facilitando así su identificación y comprensión.

Para actividades con participación directa, se trabajaba con metales de bajo punto de fusión, como el estaño (232 °C). En cambio, cuando las temperaturas necesarias eran considerablemente más elevadas (en torno a ± 1000 °C) y, por tanto, el riesgo de quemaduras graves mayor se optaba por demostraciones prácticas, manteniendo a las personas participantes a una distancia de seguridad.

En general han tenido una gran aceptación, siendo la franja de edad mayoritaria entre los 4 y los 8 años. Se trata de participantes especialmente inquietos y curiosos, que plantean un elevado número de preguntas, lo que obliga a que la actividad sea flexible y contribuya a dar respuesta a sus preguntas.

El *feedback* recibido, tanto por parte de las familias como de los participantes infantiles, ha sido siempre positivo. Es frecuente que quienes han participado en ediciones anteriores expliquen a sus acompañantes el funcionamiento de los talleres, lo que evidencia un aprendizaje significativo y la impronta positiva de estas experiencias. La cantidad y calidad del registro de las respuestas obtenidas es dispar, siempre de tipo cualitativo y poco sistemática en su recogida, lo que impide un análisis más objetivo y detallado del impacto de estas actividades.

Recientemente se ha diseñado una estructura de fundición portátil, a pequeña escala, que permite trabajar con metales de bajo punto de fusión en este tipo de

¹ <https://zamoraprotohistorica.jimdo.com/difusi%C3%B3n/talleres-de-arqueolog%C3%ADa/>

actividades (Fig. 1). Esta se ha utilizado en el CEIP Sierra Elvira (Granada) con alumnado de educación infantil (3 años), en dos cursos consecutivos. En estos casos, aunque se observa un notable interés por parte de los participantes, su limitada capacidad de atención obliga a adaptar continuamente su desarrollo. Incluso con estructuras de combustión adaptadas, es necesaria una supervisión constante del alumnado, así como del fuego y del metal fundido o caliente. En este caso se trata de una actividad didáctica, incluida en la unidad didáctica sobre la Prehistoria y evaluada por terceras personas (las maestras).



Fig. 1. Actividad para niñas y niños de 3 años (Granada, 2021).

2. 2. Actividades dirigidas a participantes generales

Este tipo de actividades se han desarrollado en el marco de colaboraciones con instituciones, asociaciones y proyectos de investigación arqueológica. En términos generales, se busca adaptar cada actividad al contexto en el que se realiza y a la idiosincrasia de los solicitantes, lo que permite generar sinergias e interacciones especialmente enriquecedoras con las personas participantes. Su objetivo es divulgativo, aunque en algunas esta finalidad se conjuga con una de

tipo científico o didáctico para un grupo concreto dentro de los asistentes ([Anexo I](#)).

Se han llevado a cabo actividades relacionadas con la producción y transformación de metales pertenecientes a distintas épocas históricas, en diversos puntos de la península ibérica y Baleares.

La adaptación de la infraestructura necesaria para su desarrollo a contextos diversos supone un importante reto. En entornos urbanizados, estas se han ajustado mediante la creación de espacios artificiales o estructuras exentas construidas con ladrillos, piedra y barro, sobre superficies protegidas, generalmente chapas metálicas. En yacimientos arqueológicos, además de las medidas de seguridad (riesgo físico para los participantes e incendio), se han considerado otros factores, como la posible contaminación del registro arqueológico o la generación de huellas magnéticas que pudieran interpretarse erróneamente como estructuras antiguas. Todo ello requiere una planificación previa y una adecuada adaptación a cada contexto específico (Fig. 2).

La temática y duración de las actividades también se ajustan a cada evento. En ocasiones forman parte de programas más amplios, en los que la metalurgia constituye solo uno de los contenidos, lo que obliga a coordinar tiempos y evitar un protagonismo excesivo. Dada su espectacularidad, existe el riesgo de sobrerrepresentar la metalurgia frente a otras prácticas tecnológicas o modos de vida, lo que puede reforzar interpretaciones históricas simplificadas o sesgadas. Este tipo de matizaciones deben ser explicadas al público, en la medida en que la actividad lo permita, para no contribuir a la propagación o consolidación de estas lecturas hiperbólicas y a prejuicios de género, como la identificación automática de esta tecnología con lo masculino (Mouriño, [2021](#)).

Cuando la actividad constituye el eje central del evento (jornadas, talleres o encuentros), el perfil de participantes suele ser más específico, con un interés directo en la temática. Un buen ejemplo son las distintas ediciones de las Jornadas de Metalurgia Experimental celebradas en Taramundi (Asturias). En estos casos, la participación activa en el proceso resulta especialmente valiosa, ya que favorece la interacción y la implicación en un proyecto colectivo. Esta implicación contribuye a enriquecer la actividad, generando preguntas y perspectivas no previstas inicialmente.

La experiencia muestra que el éxito de estas actividades no depende tanto de la obtención del resultado material previsto, como del grado de implicación de las personas participantes en el proceso. Su valor reside en el intercambio de ideas que se produce durante su desarrollo. Además, los resultados fallidos contribuyen a contextualizar la complejidad de los procesos tecnológicos del pasado y a reconocer las limitaciones en su comprensión.

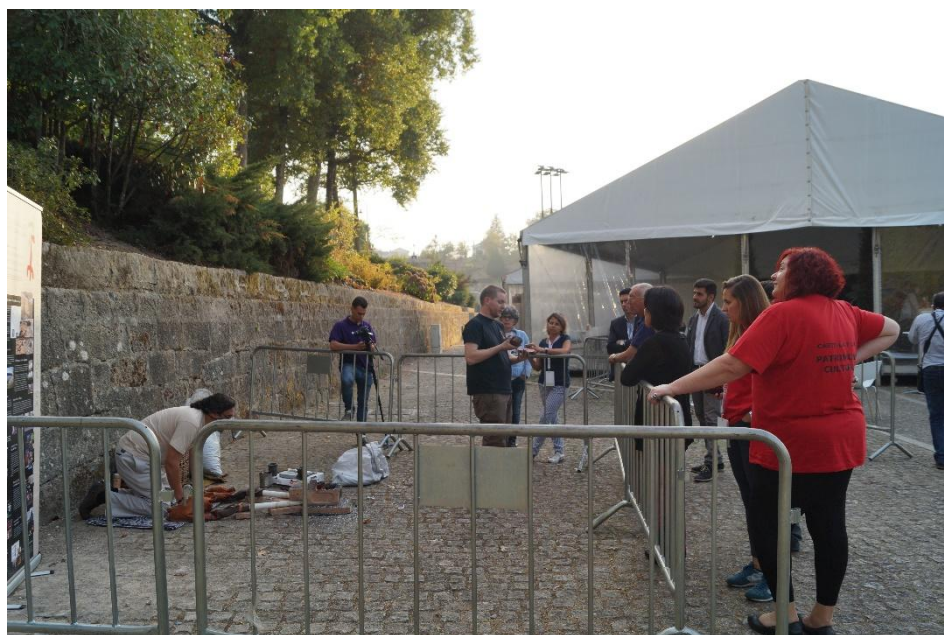


Fig. 2. Estructura pirometalúrgica adaptada a contexto urbano, con escasa afluencia de público. Biental de Amarante AR&PA (Portugal, 2017).

2. 3. Actividades dirigidas a participantes especializados

Este tipo de actividades se ha desarrollado tanto en forma de prácticas dentro de la enseñanza universitaria reglada (Comendador *et alii*, 2021), como en cursos de especialización dirigidos a profesionales de la arqueología y áreas afines.

En general, estas actividades combinan una dimensión teórica y otra práctica. Al tratarse de participantes con formación arqueológica previa y un interés específico en la arqueometalurgia —motivo principal de su participación—, las problemáticas abordadas pueden plantearse con un mayor grado de concreción ([Anexo I](#)). Nuestra experiencia indica que, en estos contextos, es posible desarrollar experimentos cuyos resultados contribuyen directamente a las problemáticas de investigación.

No obstante, no debe asumirse que la formación académica implique necesariamente la posesión de habilidades prácticas (*savoir-faire*) en relación con las tecnologías estudiadas, para lo que se necesita una formación específica, incluso, de varios años (Pétrequin, 2008). Estas dependen en mayor medida de las capacidades individuales y de la experiencia práctica acumulada, más allá de los currículos formales. Sí puede presuponerse, en cambio, un mayor nivel de

comprensión teórica de los procesos, lo que permite introducir cuestiones más específicas, tanto relativas a la práctica metalúrgica desarrollada como a sus implicaciones sociohistóricas.

En este tipo de actividades, el grado de aproximación tecnológica suele ser más realista y se seleccionan espacios adecuados que permitan minimizar los condicionantes externos que puedan alterar el desarrollo de los procesos. Asimismo, se lleva a cabo un registro sistemático y control de las variables consideradas relevantes, con el fin de obtener datos que contribuyan a la comprensión y análisis de los procesos experimentales.



Fig. 3. Explicaciones en campo en el marco de docencia del Máster en Arqueología y Ciencias de la Antigüedad (UVigo/USC/CSI). Campus de Ourense, Universidad de Vigo, 2015.

3. RESULTADOS Y VALORACIÓN

Las acciones descritas tienen como nexos la actividad metalúrgica pretérita y el traslado del conocimiento científico por vía demostrativa y/o participativa.

Su heterogeneidad y falta de una recogida sistemática y homogénea de datos que permitan evaluarlas en su conjunto desde una perspectiva cuantitativa, no impiden mostrar algunos resultados que ponen de manifiesto su utilidad.

Las actividades recopiladas en este estudio, con independencia de su objeto y público destinatario, constituye, además de un acercamiento a la realidad tecnológica e histórica exploradas, una aproximación sensorial (Hamilakis, [2015](#)), en la que colores, sonidos, olores, texturas, sensaciones térmicas e incluso sabores se manifiestan como materialidades efímeras que solo pueden ser percibidas de primera mano durante la experiencia desarrollada, ya que no dejan huella en el registro arqueológico y solo es posible acceder a ellas a través de su reconstrucción (Fig. 4). Además, contribuyen a visibilizar y comprender las herramientas disponibles para el control de los procesos metalúrgicos por parte las sociedades pasadas.



Fig. 4. Detalle de una estructura de combustión en la que se aprecian los colores que se generan durante el proceso de reducción de minerales de cobre. Campo Lameiro (Pontevedra, 2016).

Como se ha señalado en el epígrafe correspondiente, en las actividades dirigidas a participantes infantiles se observa que este tipo de experiencias contribuye a la generación de aprendizajes significativos en relación con los

procesos tecnológicos del pasado. A largo plazo, este conocimiento puede favorecer la superación de determinados prejuicios sobre la Prehistoria, especialmente aquellos derivados de una visión lineal de la historia, en la que lo más antiguo se asocia a lo más simple o atrasado. La comprensión de la complejidad de las sociedades pretéritas pasa, en buena medida, por la revisión de estos esquemas interpretativos, proceso que resulta muy relevante en etapas tempranas, dado que los prejuicios son construcciones de carácter social, educativo y mediático.

En las actividades dirigidas a participantes de perfil general, es frecuente encontrar inicialmente una actitud de escepticismo ante la viabilidad de los procesos mostrados. Expresiones de duda sobre la posibilidad de reproducir determinadas técnicas metalúrgicas son habituales, especialmente entre personas con menor familiaridad con este tipo de prácticas. Sin embargo, este escepticismo suele transformarse en interés a medida que se desarrollan las actividades, particularmente cuando los resultados pueden observarse de forma directa. Este cambio de actitud favorece una mayor receptividad hacia las explicaciones y contenidos transmitidos.

Un indicador relevante de la aceptación de estas actividades es su reiteración en un mismo contexto. La repetición de solicitudes por parte de una misma entidad sugiere una valoración positiva de las experiencias desarrolladas y refuerza su utilidad como herramienta de transmisión de conocimiento.

Más allá de esta valoración general, la experiencia acumulada permite identificar casos concretos en los que se establece una relación especialmente significativa entre investigación y sociedad. Un ejemplo de ello son las Jornadas de Metalurgia Experimental celebradas en Taramundi (Asturias), en las que se han desarrollado diversas actividades relacionadas con la producción y transformación de metales (Fig. 5). En una de estas experiencias (IV Jornada, 2018), la construcción y funcionamiento de un horno de reducción de hierro, pese a no alcanzar el resultado esperado en términos productivos, permitió poner en valor subproductos como las escorias. La interacción con los participantes durante el proceso condujo a la identificación de un yacimiento arqueológico de interés metalúrgico por parte de un vecino, lo que posteriormente derivó en una intervención arqueológica independiente. Este caso ilustra cómo la experimentación puede generar dinámicas de transferencia bidireccional entre investigación y sociedad.



Fig. 5. Horno de reducción de hierro de Taramundi (2018). Izquierda: carga del horno. Derecha: apertura del horno.

Otro ejemplo significativo es el caso de Mamede García, vecino de Pentes (A Gudiña, Ourense), cuyos conocimientos sobre la producción artesanal de estaño, documentados en el marco de una investigación etnoarqueológica (Lackinger *et alii*, [2017](#)), contribuyeron a replantear interpretaciones previas sobre el comportamiento de la casiterita en determinados contextos. La incorporación de este conocimiento empírico permitió el diseño de nuevos experimentos (Figueiredo *et alii*, [2017](#)), cuyos resultados han tenido impacto tanto en la investigación arqueometalúrgica como en su aplicación didáctica en contextos especializados, como el Máster en Arqueología y Ciencias de la Antigüedad (USC/UVigo/CSIC). En este caso, el proceso se inicia en el ámbito social, se integra en la investigación y retorna posteriormente a un contexto formativo específico.

4. REFLEXIONES FINALES

El presente momento histórico, denominado con frecuencia como la «era tecnológica», se distingue por una creciente desconexión entre los individuos y las implicaciones tecnológicas inherentes a los productos que consumen. Esta situación guarda relación con la desaparición de los modos de vida tradicionales, en los que las actividades artesanales ejercían de nexo entre la producción y la sociedad. En el contexto contemporáneo, la fragmentación de los procesos productivos en esferas altamente especializadas y geográficamente distantes entre sí, presenta desafíos significativos para la comprensión de dichas dinámicas. Asimismo, la progresiva sustitución de lo físico por lo virtual en múltiples ámbitos contribuye a esta desconexión. En este sentido, la recreación de procesos tecnológicos del pasado contribuye a reducir esta distancia, especialmente cuando se trata de realidades históricas desaparecidas. El interés por los espacios televisivos relacionados con los procesos de construcción y fabricación (por ejemplo, «*How It's Made*» o «*Forged in Fire*», en el campo del trabajo de metales) puede constituir un punto de partida para establecer una conexión con la sociedad (Fig. 7).

Los resultados obtenidos permiten afirmar que estas prácticas favorecen la implicación de los participantes y la comprensión de procesos tecnológicos complejos, independientemente de su grado de especialización. Su valor reside no solo en los resultados materiales alcanzados, sino en los procesos de interacción, experimentación y reflexión que se generan durante su desarrollo.

Asimismo, se constata que, en determinados contextos, es posible establecer dinámicas de retroalimentación entre investigación y sociedad. Estas pueden producirse tanto a partir de la transferencia de conocimiento desde el ámbito académico hacia la sociedad, como en sentido inverso, incorporando saberes y experiencias procedentes de esta. Este carácter bidireccional contribuye tanto al avance de la investigación arqueometalúrgica como a su socialización.

Finalmente, en aquellos contextos donde existe una relación histórica con la actividad metalúrgica, como en el caso de Taramundi, este tipo de prácticas puede contribuir a la reconstrucción y resignificación de identidades vinculadas al pasado (Holten, [2014](#)). La participación activa en estas experiencias facilita procesos de apropiación social del patrimonio, favoreciendo su reconocimiento y puesta en valor.



Fig. 6. Proceso de obtención artesanal de estaño realizado por el sr. Mamede García en Pentes (A Gudiña, Ourense, 2013)



Fig. 7. Metalurgia prehistórica en la "Era Tecnológica" en Ourense, 2015.

AGRADECIMIENTOS

Corresponde agradecer a todas las personas e instituciones con las que hemos colaborado a lo largo de estos años en las actividades sobre las que se sustenta este trabajo, sin las cuales no se habría podido realizar.

También a los revisores y/o revisoras cuyos comentarios y correcciones se han contribuido substancialmente a mejorar el texto.

La redacción de este trabajo ha sido financiada por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades a través de la ayuda FPI PRE2020-094712 y del proyecto de METAL Y AMBAR II: CIRCULACION DE BRONCE Y AMBAR EN EL SURESTE PENINSULAR DURANTE LA EDAD DEL BRONCE (PID2019-108289GB-I00).

BIBLIOGRAFÍA

Armada, Xosé Lois; Comendador Rey, Beatriz; Faro, María G.; Lackinger, Aaron (2023): “El cobre y sus aleaciones en la Prehistoria reciente del Noroeste ibérico”. *De Re Metallica*, 40, pp. 31-46.

Comendador Rey, Beatriz; Lackinger, Aaron y Figueiredo, Elin (2018): “Learning to Recreate, Recreating to Learn. Experimental Archaeology”. *EXARC Journal*, 2018/2. <https://exarc.net/ark:/88735/10350>

Comendador Rey, Beatriz; Lackinger, Aaron y Figueiredo, Elin (2021): “Al calor del fuego: la didáctica mediante la arqueometalurgia experimental y experiencial”. *Boletín De Arqueología Experimental*, 14, pp. 18-36. <https://doi.org/10.15366/baexuam2020.14.002>

Fernández González, Carlos (2000): “De la incomunicación Arqueología-Sociedad: El posible papel de la arqueología experimental”. *Nivel Cero*, 8, pp. 107-116.

Figueiredo, Elin; Lackinger, Aaron; Comendador Rey, Beatriz; Silva, Rui; Veiga, João y Mirão, José (2017): “An experimental approach for smelting tin ores from Northwestern Iberia”. En A. Giumlia-Mair, (ed.), *Aspects of Ancient Metallurgy. Materials and Manufacturing Processes*, Vol. 32. Special issue 7-8. Filadelfia: Taylor & Francis, pp. 765-774.

Fontal Merillas, Olaia (2020): “¿Somos sensibles al patrimonio? Y, si no lo somos, ¿cómo lograrlo? Mapa para orientarnos en la sensibilización patrimonial”. En O. Fontal Merillas (coord.), *Cómo educar en el patrimonio. Guía práctica para el desarrollo de actividades de educación patrimonial*. Madrid: Comunidad de Madrid, pp. 43-56.

- Hamilakis, Yannis (2015): *Arqueología de los sentidos. Experiencia, memoria y afecto*. Madrid: JAS Arqueología.
- Holten, Lars (2014): “Engaging Experiments. From Silent Cultural Heritage to Active Social Memory”. En J. Reeves y R. Paardekoooper (eds.), *Experiments Past. Histories of Experimental Archaeology*. Leiden: Sidestone Press, pp. 296-283.
- Lackinger, Aaron (2014): “Esteatita: Aproximación experimental a su uso en la metalurgia prehistórica”. En F. J. González; E. Paniagua y P. de Inés (coords.), *Investigaciones Arqueológicas en el valle del Duero. Del Paleolítico a la Antigüedad Tardía: actas de las III Jornadas de Jóvenes Investigadores del Valle del Duero*. Valladolid: Glyphos Publicaciones, pp. 343-357.
- Lackinger, Aaron y Comedador Rey, Beatriz (2013): “From Wax to Metal: An Experimental Approach to the Chaîne Opératoire of the Bronze Disk from Urdiñeira”. *EXARC Journal*, 2013/3. <https://exarc.net/ark:/88735/10134>
- Lackinger, Aaron; Comedador Rey, Beatriz; Figueredo, Elin; Araújo, Maria Fátima; Silva, Rui y Rovira, Salvador (2013): “Copper + Tin + People: Public Co-Smelting Experimentation in Northwestern Iberia”. *EXARC Journal*, 2013/3. <https://exarc.net/ark:/88735/10131>
- Lackinger, Aaron; Fernández Fernández, Cristina; Comendador Rey, Beatriz; Figueredo, Elin y Silva, Rui (2017): “Sacar el estaño de las piedras: un procedimiento artesanal para la obtención de estaño en la Galicia Meridional”. En L. G. García-Pulido; L. Arboledas Martínez; E. Alarcón García y F. Contreras Cortés (eds.), *Presente y futuro de los paisajes mineros del pasado: Estudios sobre minería, metalurgia y poblamiento*. Granada: Ediciones de la Universidad de Granada, pp. 259-267.
- Lackinger, Aaron; Murillo-Barroso, Mercedes; Montero-Ruiz, Ignacio; Rovira, Salvador (2026): “Approach to the Prehistoric Production of Arsenic-Containing Copper. Experimental Results”. En C. Mathias; C. Viallet y L. Bourguignon (eds.), *Living Archaeology: Unveiling the Past through Experimental Archaeology* (Pézenas, 2022). Leiden: Sidestone Press, pp. 179-188.
- Monteagudo Fernández, José y Olivero Ortuño, Carmen (2016): “La didáctica del patrimonio en las aulas. Un análisis de las prácticas docentes”. *UNES Universidad, Escuela y Sociedad*, 1, pp. 64-79.

- Mouriño Schick, Andrea (2021): “Metal para guerreiros. A male gaze nos discursos museográficos”. *Adra: Revista dos socios e socias do Museo do Pobo Galego*, 16, pp. 173-189.
- O’Sullivan, Aidan; Powers, Mark; Murphy, John; Inwood, Niall; Gilhooly, Bernard; Kelly, Niamh; Malone, Wayne; Mulrooney, John; Corrigan, Cian; L’Estrange, Maeve; Burke, Antoinette; Kazuro, Maria; McDermott, Conor; Warren, Graeme; O’Neill, Brendan; Heffernan, Mark y Sweeney, Mairead (2014): “Experimental archaeology: making; understanding; story-telling”. En B. Kelly; N. Roycroft y M. Stanley (eds.): *Fragments of Lives Past: archaeological objects from Irish road schemes*. Monograph Series No. 11. Dublin: Archaeology and the National Roads Authority, pp. 115-126.
- Pétrequin, Pierre (2008): “Archéologie expérimentale et grand public”. *MARQ Arqueología y Museos*, 3, pp. 33-61.
- Reese, Hayne W. (2011): “The Learning-by-Doing Principle”. *Behavioral Development Bulletin*, 17(1), pp. 1-19. <https://doi.org/10.1037/h0100597>
- Reynolds, Peter (1994): “Experimental archaeology A Perspective for the Future”. *Reuven Lecture*, 5, pp. 1-16.
- Rovira, Salvador (2007): “La producción de bronce en la Prehistoria”. En J. Marimon; J. Silva y P. Grabulosa; T. Cara (eds.), *Avances en Arqueometría*. Girona: Universitat de Girona, pp. 21-35.

ANEXO I

nº	Fecha, evento, lugar y solicitante	Descripción	horas	Participantes, modalidad y objetivo	Referencias
1	11-12/05/2012,” Jornadas experimentales de metalurgia prehistórica”, Taramundi (Asturias), Museo de la Cuchillería de Taramundi	El primer día se realizaron charlas relacionadas con la actividad. El segundo día se realizaron 3 actividades, producción de carbón vegetal, obtención de cobre por correducción, y fundición de una empuñadura de puñal de antenas.	12	General, Participativo, Científico y Divulgativo	Lackinger <i>et alii</i> , 2013; Comendador <i>et alii</i> , 2018; https://www.lne.es/occidente/2012/05/12/taramundi-mira-castro-20894783.html
2	26/08/2012, “II Talleres de Arqueología para niños”, Sta Eulalia de Tábara (Zamora), Asociación Zamora protohistórica	Se construyó una estructura de combustión, adaptada a casco urbano para fundir varias piezas, con la participación de individuos infantiles.	3	Infantil, Participativo, Divulgativo	https://zamoraprotohistorica.jimdo.com/el-castill%C3%B3n/difusi%C3%B3n/
3	05/05/2013, “Sacar estaño das pedras”, Pentes, A Gudiña, (Ourense), Iniciativa propia	Documentación etnográfica de un proceso de obtención artesanal de estaño, a cargo del Sr. Mamede García	2	Especializado, Demostración, Científico	Lackinger <i>et alii</i> , 2017
4	03/08/2013, “I Jornada de Recreació Prehistòrica Jaciment Arqueològic dels Closos de Can Gaià”, Closos de Can Gaià, Porto Colom (Mallorca), Investigadores del yacimiento	Taller de metalurgia, consistente en la producción de bronce por correducción y la fundición de un hacha en molde bivalvo de piedra, adaptado a yacimiento arqueológico. Abierto a los visitantes y formativo para los investigadores del yacimiento.	8	General y especializado, Demostración, Divulgativo y didáctico	Lackinger, 2014; Comendador <i>et alii</i> , 2018; http://seccioarqueologia.cdibalears.es/i-jornada-de-recreacio-prehistorica-closos-de-can-gaia-portocolom-felanitx-dissabte-dia-3-dagost-de-2013/

5	25-26/10/2013, “Transformando materiais. Unha aproximación interdisciplinar á produción de obxectos de bronce”, PAAR, Campo Lameiro (Pontevedra), Dirección del parque arqueológico	La primera jornada se dedica a conferencias relacionadas con la metalurgia. La segunda a la fundición de piezas de bronce: un hacha en molde bivalvo de piedra y un disco tipo “Urdiñeira” por la técnica de la cera perdida.	8	Especializado, Participativo, Didáctico	Lackinger, 2014 ; https://www.uvigo.gal/es/node/96240
6	14/12/2013, “Jornadas prehistóricas” Cuevas de Fuentes de León (Badajoz), Dirección General de Cultura de Patrimonio Cultural de Extremadura	En el marco de las “Jornadas Prehistóricas” se realizan 2 actividades: obtención de bronce por correducción y fundición de un hacha en molde bivalvo de piedra.	8	General, Participativo, Divulgativo	Lackinger, 2014 ; Comendador <i>et alii</i> , 2021
7	1-3/08/2014, “Festival ArcuAtlático”, Gijón (Asturias), Asociación de Herreros Consejo del Hierro	Taller de fundición con técnicas prehistóricas.	16	General, Demostración, Divulgativo	https://www.flickr.com/photos/cultura_gijon/albums/72157646411591591/
8	20/08/2014, “IV Talleres de Arqueología para niños”, Sta Eulalia de Tábara (Zamora), Asociación Zamora protohistórica	Se construyó una estructura de combustión, adaptada a casco urbano para fundir una fíbula anular romana.	4	Infantil, Demostración, Divulgativo	https://zamoraprotohistorica.jimdoweb.com/el-castill%C3%B3n/difusi%C3%B3n/
9	6-8/12/2014, “II Jornadas de metalurgia experimental”, Pardiñas, Tarmundi (Asturias), Asociación de Herreros Consejo del Hierro y Máster interuniversitario en Arqueoloxía e Ciencias	Se intercalan conferencias relacionadas con la producción de hierro, con distintas actividades prácticas, entre las que se encuentra la construcción y puesta en funcionamiento de un horno de reducción de hierro.	16	General y especializado, Demostración, Divulgativo y didáctico	Comendador <i>et alii</i> , 2021 https://www.aprecu.com/actualidad/ii-jornadas-de-metalurgia-experimental-en-tramundi-asturias

	da Antigüidade (USC, UVigo, INCIPIT-CSIC)				
10	27-28/02/2015, “Primeiras Xornadas Experimentais no Campus de Ourense”, Campus As Lagoas UVigo, Ourense, Máster interuniversitario en Arqueoloxía e Ciencias da Antigüidade (USC, UVigo, INCIPIT-CSIC)	Distintos experimentos enfocados a la reducción de casiterita en una estructura de combustión abierta	12	Especializado, Participativo, Científico y Didáctico	Figueiredo <i>et alii</i> , 2017; https://www.uvigo.gal/universidade/comunicacion/duvi/promoven-creacion-dun-espazo-arqueoexperimental-campus
11	18/04/2015, “Arqueología experimental”, La Algaba, Ronda (Málaga), Máster en Arqueología (UGR)	En el marco de la asignatura de arqueología experimental, se realizó un proceso de fundición de dos piezas de bronce en molde de piedra abierto.	4	Especializado, Participativo, Divulgativo	
12	27/04/2015, “Minería y metalurgia prehistórica”, Campus de Cartuja (Granada), Máster en Arqueología (UGR)	En el marco de la asignatura “Minería y metalurgia prehistórica” se realizó un proceso reducción de estaño en estructura de combustión abierta.	3	Especializado, Participativo, Divulgativo	
13	19/08/2015, “V Talleres de Arqueología para niños”, Sta Eulalia de Tábara (Zamora), Asociación Zamora protohistórica	Se construyó una estructura de combustión, adaptada a casco urbano para fundir una rueda de dedo u osculatorio, una de las piezas más significativas de El Castellón (yacimiento que investiga la entidad organizadora).	4	Infantil, Demostración, Divulgativo	https://zamoraprotohistorica.jimdoweb.com/el-castill%C3%B3n/difusi%C3%B3n/

14	15- 16/04/2016, “III Jornadas de metalurgia experimental”, Pardiñas, Taramundi (Asturias), Museo de la Cuchillería de Taramundi	Proceso de reducción de hierro, abierto al público general y actividad del Máster interuniversitario en Arqueología e Ciencias da Antigüidade (USC, UVigo, INCIPIT-CSIC)	16	General y Especializado, Demostración, Divulgativo y Didáctico	Comendador <i>et alii</i> , 2018; Comendador <i>et alii</i> , 2021 https://www.lne.es/occidente/2016/04/15/taramundi-reune-expertos-experimento-obtencion-19586176.html
15	22-23/04/2016,” Xornadas do Metal: Curso de reducción e fundición prehistórica de metal”, PAAR Campo Lameiro (Pontevedra), Dirección del parque y GEAT UVigo	Curso con una jornada teórica y otra práctica, donde se realizó un proceso de obtención de bronce por correducción y otro de fundición de un hacha en molde bivalvo de piedra.	14	Especializado, Participativo, Didáctico y científico	Comendador <i>et alii</i> , 2018; Comendador <i>et alii</i> , 2021; https://www.paar.es/?page_id=767&lang=gl
16	10/08/2016, “Festa de San Lourenzo”, Castro de San Lourenzo de Cereixa, A Pobra do Brollón (Lugo), investigadores del yacimiento	Jornada con distintas actividades en este yacimiento, se realiza la fundición de una fíbula anular romana en una estructura de combustión adaptada al yacimiento	3	General, Participativo, Divulgativo	https://www.paar.es/?p=1256&lang=es
17	20/08/2016, “Exhibición de fundición prehistórica”, PAAR Campo Lameiro (Pontevedra), Dirección del parque	Se realizó la fundición de una hoja de “puñal de remaches” de bronce, en molde bivalvo de piedra. La actividad se hizo dos veces: por la mañana y por la tarde	4	General, Participativo, Divulgativo	
18	24/09/2016, “I Talleres didácticos de Arqueología”, Plaza de Santa Lucía,	Distintos talleres relacionados con la arqueología. El de metalurgia	4	General, Demostración, Divulgativo	https://zamoraprotohistorica.jimdo.com/difusi

	Zamora, Asociación Zamora protohistórica	está adaptado al ámbito urbano, se realiza la fundición de una fíbula.			%C3%B3n/talleres-de-arqueolog%C3%ADa/
19	09/09/2017, “II Talleres didácticos de Arqueología”, Plaza de Santa Lucía, Zamora, Asociación Zamora protohistórica	Distintos talleres relacionados con la arqueología. El de metalurgia está adaptado al ámbito urbano, se realiza la fundición de una rueca de dedo u osculatorio.	4	General, Demostración, Divulgativo	https://zamoraprotohistorica.jimdoweb.com/difusi%C3%B3n/talleres-de-arqueolog%C3%ADa/
20	13-15/10/2017, AR&PA Bienal Ibérica de Patrimonio Cultural, Amarante (Portugal), Asociación Zamora protohistórica	Contratados por Patrimonio de la Junta de Castilla y León, se realizaron distintas actividades fundición de piezas de bronce.	12	General, Demostración, Divulgativo	https://bienalarpa.spira.pt/bienal-arpa2017
21	01/09/2018, “III Talleres didácticos de Arqueología”, Plaza de Santa Lucía, Zamora, Asociación Zamora protohistórica	Distintos talleres relacionados con la arqueología. El de metalurgia está adaptado al ámbito urbano, se realiza la fundición de una rueca de dedo u osculatorio.	4	General, Demostración, Divulgativo	https://zamoraprotohistorica.jimdoweb.com/difusi%C3%B3n/talleres-de-arqueolog%C3%ADa/
22	7-8/12/2018, “IV Jornadas de metalurgia experimental”, Placeta de Taramundi (Asturias), Ayuntamiento Taramundi	Se construye el horno un horno de reducción de hierro, basado en modelos de la Edad del Hierro y se hace una experiencia de reducción de mineral.	16	General, Demostración, Divulgativo	https://ort-ort.com/iv-jornadas-metalurgia-experimental-en-taramundi/
23	7/09/2019, “IV Talleres didácticos de Arqueología”, Plaza de Viriato, Zamora, Asociación Zamora protohistórica	Distintos talleres relacionados con la arqueología. El de metalurgia está adaptado al ámbito urbano, se realiza la fundición de un hacha en molde bivalvo de piedra.	3	General, Demostración, Divulgativo	https://zamoraprotohistorica.jimdoweb.com/difusi%C3%B3n/talleres-de-arqueolog%C3%ADa/

24	28/08/2021, “PEDRA, Festival de saberes”, O Riós, (Ourense)	Se realiza un proceso de reducción de minerales de cobre y estaño, en una estructura de combustión adaptada al edificio histórico en que se realiza.	3	General, Participativo, Divulgativo	
25	16/10/2021, “Arqueología experimental”, La Algaba, Ronda (Málaga), Máster en Arqueología (UGR)	En el marco de la asignatura de arqueología experimental, se realizó un proceso de fundición de un hacha de bronce en molde bivalvo y una tentativa de reducción de cobre sin inyección de aire (“fuegos de pastor”), que no resulta.	4	Especializado, Participativo, Divulgativo y didáctico	
26	15/11/2021, “La Prehistoria”, CEIP Plurilingüe Sierra Elvira, Granada, Dirección del centro	Se realiza un taller temático sobre la Prehistoria para alumnado de 3 años, incluyendo un taller de fundición de hachas en miniatura. Se inserta en la UD sobre Prehistoria del currículo.	3	Infantil, Participativo, Didáctico	
27	30/03-01/04/2022, “Minería y metalurgia prehistóricas”, Alfar romano de Cartuja, Granada, Máster en Arqueología (UGR)	Dentro de la docencia del máster, 6 horas teóricas y 4 prácticas, en las que se realiza un proceso de reducción de minerales de cobre	4	Especializado, Participativo, Didáctico y científico	Lackinger <i>et alii</i> 2026