

# BOLETÍN DE ARQUEOLOGÍA EXPERIMENTAL

16

2022-2023



## **DIRECCIÓN**

Javier Baena Preysler

## **EDICIÓN**

Isabel Durán Pérez  
Conchi Torres  
Nuria Castañeda

## **COLABORADORES**

EXARC

EXPERIMENTA

Departamento de Prehistoria y  
Arqueología de la UAM.  
Facultad de Filosofía y Letras Ciudad  
Universitaria Cantoblanco 28049  
Madrid –Spain  
Servicio de Publicaciones de  
la Universidad Autónoma de Madrid.

Edición y contacto:

LAEX

[laboratorio.experimental@uam.es](mailto:laboratorio.experimental@uam.es)

ISSN electrónico: 2530-3554

## **CONDICIONES EDITORIALES**

Esta revista tiene una periodicidad plurianual. Cada número del boletín será cerrado con los trabajos recibidos a lo largo del año siguiente, aunque los plazos pueden variar.

Los originales deben entregarse en formato Word o compatible. La extensión aproximada de los trabajos oscila entre cuatro a veinte páginas, a doble espacio y letra estándar (Times New Roman o similar). Debe incluir Título, Autores, Filiación de los autores y su correo electrónico, Resumen en castellano e inglés, 4 palabras clave, en castellano e inglés. Las ilustraciones deben tener calidad suficiente. La bibliografía debe cumplir las normas que siguen el presente número. El carácter de esta revista es gratuito, pudiendo consultarse en:

//<http://www.uam.es/otros/baex>

La presentación de los trabajos en la Plataforma OJS, se realizará a través de la página:

<https://revistas.uam.es/argexp>

## **FOTOGRAFÍA DE PORTADA**

Mikel Aguirre tallando en el Seminario de Arqueología Experimental del @macarqueologia, Empúries

## ÍNDICE

JAVIER BAENA PREYSLER, ÓSCAR CAMBRA-MOO, ARMANDO GONZÁLEZ-MARTÍN, ISABEL DURAN, NURIA CASTAÑEDA CLEMENTE, CONCEPCIÓN TORRES NAVAS: Yacimientos simulados y arqueología experimental como herramienta de aprendizaje en Arqueología y Paleontología .....	1
LUIS BERROCAL MAYA:Una aproximación experimental a la confección de cuerdas de fibra de coco en la Prehistoria <i>CHamoru</i> (Islas Marianas, Oceanía).....	31
JUAN ANTONIO CEJUDO VENTURA:Análisis de función y rendimiento de un banot como jabalina.....	54
EZEQUIEL IGNACIO GARCÍA-MUNICIO DE LUCAS: Segar con barro: las hoces de la Antigua Mesopotamia.....	81
IVÁN CALVO GARCÍA: La deforestación en el Neolítico y Calcolítico: el paso del hacha pulimentada al hacha de cobre .....	104
BLANCA NIETO LÓPEZ: La división del trabajo en la creación de una encuadernación copta .....	123
RODRIGO GONZÁLEZ LÓPEZ: Arqueología experimental con huellas humanas en yeso.....	142
JESÚS ADRIÁN MERINO GONZÁLEZ: La elaboración de pegamento mediante el uso de corteza de abedul .....	162

**YACIMIENTOS SIMULADOS Y ARQUEOLOGÍA EXPERIMENTAL COMO  
HERRAMIENTA DE APRENDIZAJE EN ARQUEOLOGÍA Y  
PALEONTOLOGÍA**

**SIMULATED SITES AND EXPERIMENTAL ARCHAEOLOGY AS A  
LEARNING TOOL IN ARCHAEOLOGY AND PALEONTOLOGY**

**Javier Baena Preysler<sup>1</sup>, Óscar Cambra-Moo<sup>2</sup>, Armando González-Martín<sup>3</sup>, Isabel  
Duran<sup>4</sup>, Nuria Castañeda Clemente<sup>5</sup>, Concepción Torres Navas<sup>6</sup>**

**RESUMEN**

La arqueología Experimental ha tenido una amplia difusión tanto en el ámbito investigador como en el divulgativo en las últimas décadas. No obstante, su empleo en la generación de modelos arqueológicos simulados ofrece un recurso de enorme potencialidad para poder profundizar en el campo de la interpretación del registro arqueológico. En este trabajo, presentamos un primer acercamiento a las simulaciones arqueológicas sobre base experimental con especial atención a los modelos creados en el LAEX-UAM. Igualmente exploramos su potencial dentro del campo de la interpretación del registro arqueológico.

---

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Madrid, Departamento de Prehistoria y Arqueología, javier.baena@uam.es

<sup>2</sup> Universidad Autónoma de Madrid. Departamento de Biología, Laboratorio de Poblaciones del Pasado (LAPP), oscar.cambra@uam.es

<sup>3</sup> Universidad Autónoma de Madrid. Departamento de Biología, Laboratorio de Poblaciones del Pasado (LAPP), armando.gonzalez@uam.es

<sup>4</sup> Universidad Autónoma de Madrid, Departamento de Prehistoria y Arqueología. Isabel.duran@uam.es

<sup>5</sup> Universidad Autónoma de Madrid, Departamento de Prehistoria y Arqueología, nuria.castaneda@uam.es

<sup>6</sup> Universidad Autónoma de Madrid, Departamento de Prehistoria y Arqueología, concepcion.torres@uam.es

**Palabras clave:** arqueología experimental, yacimientos simulados, formación, docencia universitaria

## **ABSTRACT**

Experimental archaeology has had a wide diffusion in the field of research and dissemination in recent decades. However, its use in the generation of simulated archaeological models offers a resource of enormous potential to deepen the field of interpretation of the archaeological record. In this work, we present a first approach to archaeological simulations on an experimental basis with special attention to the models created in the LAEX-UAM. We also explore its potential within the field of archaeological record interpretation.

**Key words:** experimental archaeology, archaeological site simulated, training, university teaching

## **INTRODUCCIÓN**

La historia de las excavaciones simuladas tiene un largo recorrido en distintos países y, aunque resulta complicado establecer el origen de estas modelizaciones, lo cierto es que han tenido una aceptación muy diferente a lo largo del tiempo y en diferentes áreas geográficas. Aun así, parece que fue en el ámbito anglosajón donde se desarrollaron las primeras simulaciones en Arqueología (Rice, 1985). Destaca la unidad didáctica DIG, creada en Estados Unidos en 1969 por Jerome Lipetzky, que desarrollaba un curriculum formativo mediante materiales e instrucciones detalladas para que un grupo de estudiantes creara una cultura desaparecida cuyos restos materiales eran enterrados y otro grupo los

excavara, interpretara y fechara el área simulada (Lipetzky, 1969; 1998; Stone y MacKenzie, 1990: 211; Renfrew y Bahn, 2011:106). En España, el desarrollo de la simulación de excavaciones, así como de la integración de la Arqueología en la enseñanza de las etapas secundaria y primaria, tiene lugar a partir de los años 90 del s. XX (e. g. Ruiz Zapatero, 1995 ; Gil *et al.*, 1996; Bardavio, 1998 ; Marcén *et al.*, 1998; Ibáñez, 1998; Illardia, 2020).

La Arqueología es una disciplina práctica que ofrece muchas oportunidades para el aprendizaje experiencial y constructivo. Sin embargo, integrar esa práctica en la enseñanza académica adaptándose a horarios, calendarios e incluso espacios de las Universidades es una tarea muy compleja. Por otro lado, la excavación arqueológica en particular tiene componentes muy atractivos como es el descubrimiento, y por ello es un recurso formativo muy valorado para asignaturas de enseñanza primaria y secundaria (utilización de las coordenadas cartesianas, inventario y clasificación de materiales, dibujo, etc.). De ahí que surja la necesidad de diseñar y construir simulaciones que sirvan de aproximación al trabajo de campo.

Las simulaciones de excavaciones arqueológicas o “arqueódromos” que se han desarrollado hasta el momento, fuera del ámbito universitario tienen dos finalidades básicas atendiendo a los destinatarios a los que se dirigen. En primer lugar, la función didáctico-pedagógica mediante la inserción del método de excavación en los *curricula* de diferentes niveles educativos; desde infantil a secundaria, mediante talleres de un día o experiencias más elaboradas que abarcan hasta una semana o incluso que incluyen los procesos de creación-destrucción-excavación (Bardavio, 1998). A través de estas experiencias, la excavación simulada sirve para tratar la arqueología como una materia transversal que sirve de recurso para reforzar contenidos de otras materias.

En segundo lugar, una función lúdica-divulgativa, que tiene lugar en Museos, centros de interpretación, parques arqueológicos (Marcén *et al.*, 1998; Illardia, 2020), ferias de ocio y de la ciencia (Fernández y Castañeda, 2021; Consuegra *et al.*, 2010; 2008) y otros eventos similares (Consuegra *et al.*, 2010). En estos casos, aunque las condiciones no permitan realizar escenarios muy complejos o realistas, suelen ser la primera aproximación de los ciudadanos al trabajo del arqueólogo y tienen un alto potencial tanto de disfrute como de vehículo de información sobre el trabajo de los profesionales de la arqueología.

En cuanto a los formatos en los que se desarrollan las simulaciones de excavación arqueológica, son muy variables y creativos dependiendo tanto del objetivo, como de los medios y el espacio disponible.

A este respecto, en primer lugar, son muy frecuentes las simulaciones *portátiles* de dimensiones reducidas destinadas al público infantil y familiar. Son numerosos los museos que ofrecen programas arqueológicos que utilizan el enfoque de “caja de arena” para simular el trabajo de una excavación arqueológica (e.j. Gil *et al.*, 1996; Ilardia, 2020; Motins y Foix 2017). Estas “cajas de arena” en las que se depositan reproducciones de objetos resultan útiles como primera herramienta de formación sobre el valor de los restos arqueopaleontológicos para el público general.

El formato portátil puede variar en complejidad realizándose en ocasiones cajones en los que cada persona puede realizar la excavación de 50 cm<sup>2</sup> (fig.1) hasta 1 m<sup>2</sup> (Consuegra *et al.*, 2008).



**Figura 1.** Cajones utilizados durante la actividad de la Noche Europea de los investigadores de 2018 por el Laboratorio de Arqueología Experimental de la UAM

En segundo lugar, pueden distinguirse las instalaciones fijas o permanentes, en el caso de que haya espacio disponible al aire libre, tanto en centros educativos de secundaria (Gil *et al.*, 1996) como en parques arqueológicos (Marcén *et al.*, 1998). Estas simulaciones suelen ser más elaboradas, y el diseño de los contenidos permite desarrollar en detalle tanto aspectos metodológicos del trabajo de campo, como de interpretación del registro. En los casos más complejos se ha llegado a diseñar la existencia de varios niveles arqueológicos e incluso roturas de unidades estratigráficas, siendo por ello recursos muy interesantes para la futura comprensión de realidades arqueológicas en yacimientos reales.

En todo caso, la enseñanza secundaria y primaria tienen un largo camino recorrido que no ha emprendido apenas la educación universitaria. Si bien es cierto que en el caso de la formación de los profesionales de la arqueología las necesidades son otras y deben



saber enfrentarse a problemas reales en yacimientos reales. Por eso, ¿qué mejor que acudir por primera vez a un yacimiento habiendo obtenido una formación previa metodológica en un entorno controlado en el que el patrimonio arqueológico no corre ningún peligro?

Por lo tanto, existen muchas razones por las que puede resultar interesante diseñar y crear un espacio arqueológico simulado en un entorno universitario. Algunas de ellas pueden resumirse en los siguientes puntos:

- Cuando existe una imposibilidad de realizar prácticas en yacimientos que se encuentren en proceso de excavación, bien sea porque estas tareas no coincidan con el periodo lectivo o porque desde la administración competente, no se facilite la acción formativa en conjuntos o sitios arqueológicos reales, ya sea por razones normativas o por consideraciones científico-laborales.
- Cuando se busca la sostenibilidad de las actividades prácticas formativas desde las instituciones educativas, sostenibilidad tanto en el plano económico (disminución de costes) como ambiental (supresión de desplazamientos de grupos de personas más o menos grandes a lugares en ocasiones alejados muchos kilómetros de los propios centros de formación). Este es el caso de conjuntos simulados que se emplazan en lugares donde el alumnado lleva a cabo tareas sin necesidad de moverse de su zona de residencia.
- Cuando se quiere asegurar una formación en aspectos metodológicos específicos para los que la simulación puede dar respuesta en un mismo emplazamiento. Es el caso de las simulaciones que guardan contenidos diacrónicos en un mismo lugar, mediante secuencias simuladas o mediante roturas de unidades estratigráficas (Harris, 1989), para aprender a realizar el registro gráfico sin necesidad de realizar una excavación completa, etc.

- Cuando la experiencia del alumnado en trabajos de campo no es suficiente. La formación en áreas simuladas no supone un riesgo para el patrimonio.
- Cuando los yacimientos arqueológicos no son accesibles. En este sentido es esencial crear espacios que no supongan una desventaja para las personas con diversidad funcional.

Por lo general, este tipo de simulaciones o recreaciones de yacimientos suelen tener un carácter polifuncional, pues además de como herramienta docente relacionada con contenidos de metodología de excavación, cubren aspectos relacionados con el registro espacial o estratigráfico, o como espacios de simulación tafonómica, entre otros valores.

### **Pros y contras de la simulación**

La excavación es la actividad práctica por excelencia en Arqueología. Es el ejercicio perfecto de enseñanza-aprendizaje, pues aglutina todas las teorías y métodos estudiados en el aula, requiere trabajo en equipo y esfuerzo físico al aire libre, fomenta cualidades sociales como la celeridad y la paciencia y, esencialmente es un ejercicio de exploración, observación e interpretación que fomenta la crítica histórica. Sin duda, la excavación en un espacio real es el mejor escenario formativo, pero no siempre es el escenario posible o recomendable.

Así, entre los aspectos positivos de este tipo de recreaciones está el poder llevar a cabo aprendizajes metodológicos a medida sin poner en riesgo el patrimonio arqueo-paleontológico. Este aspecto es el más importante pues facilita el desarrollo de actividades de trabajo autónomas por parte del alumnado. Además, la reversibilidad de

estas estructuras garantiza la recuperación del estado inicial de los registros a un coste muy bajo.

Igualmente, podemos señalar el reducido importe que implica el desarrollo de la formación en metodologías de campo en estos espacios. El empleo de estas simulaciones en los centros de formación o divulgación permite llevar a cabo acciones dinámicas en horarios preestablecidos y sin apenas costes de desplazamiento y manutención.

Las simulaciones nos permiten atender a aspectos concretos previamente definidos. La construcción de modelos resulta enormemente rica y, lo que es más importante, permite asegurar el hallazgo de estructuras o contextos previamente diseñados y seleccionados de manera que la formación en sus metodologías asociadas está asegurada. Un ejemplo sería la construcción de distribuciones específicas de hallazgos o restos humanos con el fin de analizar patrones de distribución o alteración concretos mediante su adecuado registro. Otro ejemplo podría ser el reconocimiento de rupturas en unidades estratigráficas específicas derivadas de procesos antrópicos.

El poder realizar el montaje de estas simulaciones en entornos controlados, supone sin duda una ventaja sobre conjuntos reales y no solo por el abaratamiento de gastos en el desplazamiento, si no por la accesibilidad que permite a otro tipo de servicios, recursos (laboratorios para el procesado de sedimentos (fig. 2), salas de estudio de materiales, etc.). Esta circunstancia ofrece una ventaja añadida que consiste en combinar los trabajos de excavación sobre yacimientos simulados, con una fase de tratamiento de sedimentos y materiales arqueológicos reales procedentes de otras excavaciones programadas. De esta manera, podemos unificar simulación y realidad en el proceso de aprendizaje arqueológico.



**Figura 1.** Equipamiento de flotación del laboratorio de Arqueología Experimental de la UAM (elaboración SEGAINVEX)

Sin embargo, estas simulaciones no son capaces de reproducir con fidelidad el estado real de los sedimentos aún mediante el empleo de compactadores como el silicato de sodio diluido. La realidad “sedimentaria” difícilmente se consigue en estas reproducciones que por lo general emplean sedimentos homogéneos muy diferenciados tanto por granulometría, como por textura y color. Este aspecto resulta esencial si consideramos que la discriminación sedimentaria es clave en el reconocimiento de las secuencias arqueo-paleontológicas.

Estas modelizaciones de diseño requieren por otro lado, de un tiempo suficiente tanto para la compactación de los sedimentos como para, incluso, la recreación de procesos naturales como las bioturbaciones, que son sin duda algunos de los procesos más frecuentemente registrados en excavaciones. Esta carencia afecta igualmente al

reconocimiento y registro de procesos edáficos y paleo-edáficos, cuya reproducción en simulación es inviable.

Por otro lado, estas simulaciones, se ven , limitadas en las posibilidades de aprendizaje de aspectos referidos a la gestión de recursos humanos en la excavación. Por lo general, una excavación conlleva el desplazamiento durante periodos de tiempo, más o menos prolongados, de recursos humanos en campo, lo que supone la adquisición de habilidades referidas a las relaciones personales y la gestión de equipos humanos, que en simulaciones difícilmente pueden ser aprendidas.

Por último, no cabe la menor duda de que el trabajo sobre yacimientos reales supone una experiencia personal inigualable. El trabajo sobre simulaciones proporciona espacios válidos para la formación en contenidos metodológicos, pero carece obviamente de los aspectos experienciales y satisfacción que supone el poder colaborar como voluntariado o incluso como parte de un proyecto de ciencia ciudadana sobre conjuntos arqueológicos capaces de “construir” historia.

## **LA EXCAVACIÓN SIMULADA DEL LABORATORIO DE ARQUEOLOGÍA EXPERIMENTAL DE LA UAM (LAEX-UAM)**

Durante el mes de agosto de 2015 se llevó a cabo la construcción de la excavación simulada en el patio del Laboratorio de Arqueología Experimental entre las facultades de Filosofía y Letras y Formación del Profesorado de la Universidad Autónoma de Madrid.

Los trabajos se dividieron en tres partes: diseño previo, construcción de la estructura de excavación y techado y construcción de los niveles arqueológicos.

La estructura consiste en un espacio de 55 cm de profundidad y unas dimensiones de 5,90 x 3 metros, en orientación este-oeste. Este espacio se encuentra excavado en el

suelo y delimitado por un encofrado de cemento que impide la dispersión de los objetos y sedimentos. La estructura se complementa con una cubierta metálica que protegen el yacimiento simulado y a las personas que trabajan en él (fig. 3).



**Figura 3.** Vista de la estructura de excavación desde el norte con la capa de nivel 1. Aspecto final

El yacimiento simulado contiene una compleja estratigrafía para lo que suele ser habitual. Está compuesta por ocho niveles horizontales (tabla 1), de los cuales cuatro son niveles arqueológicos con estructuras, materiales y sedimentos diferentes que fueron previamente diseñados conforme a criterios de claridad en la interpretación arqueológica. A este respecto, se hizo un esfuerzo particular en la configuración de los niveles sedimentarios para que fueran fácilmente distinguibles por los alumnos tanto en textura como en color. Para ello se mezclaron diferentes proporciones de materiales y de pigmentos para “fabricar” el material sedimentario con el mayor realismo posible (fig. 3).

Además, para aumentar la claridad del ejemplo, cada nivel arqueológico está separado por un nivel estéril.

NIVEL	CRONOLOGÍA	SEDIMENTO	ESTRUCTURAS	MATERIALES
1		arena de miga con mezcla de tono amarillento apagado		Estéril
2	Romano-medieval	Dos calidades: 1.-relleno general de albero mezclado con tinte gris y arena de unos 10 cm de espesor 2.- relleno del interior de la estructura de hábitat de arena limosa de color gris	Estructura de hábitat con tres estancias, una de las cuales incluye un hogar; concentración de fauna; concentración de cerámica; dos silos; empedrado en la esquina noreste de la excavación	Fauna, cerámica, hierro, materiales de construcción reutilizados, un fragmento de mármol con una inscripción y una muela de molino de granito fracturada
3		Arena de miga color amarillento de unos 5 cm espesor		Estéril
4	Prehistoria reciente: Área 1: Neolítico; Área 2: Neolítico-Calcolítico; Área 3: Edad del Bronce	Arena fina mezclada con albero 10 cm de espesor	ÁREA 1: Estructura de hábitat: cabaña circular. Incluye dos estructuras: zona de ocre y poste central ÁREA 2: Silo; zona de molienda; Hogar; Zona de talla ÁREA 3: Estructura de hábitat dividida en dos estancias:	Industria lítica (percutores, láminas, debris), industria ósea, cerámica, semillas carbonizadas, molino de mano; pesas de telar, fusayolas; crisoles, mineral de cobre, ...

			un hogar; zona de molienda-textil y zona de metalurgia	
5		Arena de río mezclada con albero, color anaranjado de 5 cm espesor		Estéril
6	Paleolítico Superior/Epipaleolítico	Arenas gruesas mezcladas con tinte negro de 10 cm de espesor	Una zona de hábitat con un hogar en cubeta; zona exterior con dos áreas de talla lítica y otros tres hogares	Un asta completa de ciervo impregnada con ocre; un asta de reno, conchas, industria ósea y lítica, fauna
7		Arenas de color amarillento de 5 cm de espesor		Estéril
8	Paleolítico inferior y medio	Gravas de 10 cm de espesor		Materiales líticos imbricados en la simulación de terraza o barra fluvial

**Tabla 1:** secuencia estratigráfica de la excavación simulada del Laboratorio de Arqueología Experimental de la UAM

En el diseño de la simulación se tuvo en cuenta que se viera representada una cronología muy amplia de manera que pudieran cubrirse las necesidades de una formación completa. El nivel 2 tiene una cronología histórica romano-medieval y está compuesto por una estructura de hábitat delimitada por hiladas de muros de mampostería y que se compone de tres estancias que aparecen de forma parcial en la simulación como lo harían en un área de excavación real (fig. 4). La casa incluye en una de las estancias un hogar, una concentración de fauna, otra de cerámica y dos silos. El nivel se complementa con una parte de un suelo empedrado en el que se han empleado como



materiales constructivos, algunas piezas reutilizadas entre las que destaca un fragmento de mármol con una inscripción.



**Figura 4.** Vista del montaje del nivel 2

El nivel 3 estéril, da paso al nivel 4 que presenta hallazgos propios de la Prehistoria reciente, para lo cual la superficie se dividió en tres áreas: Neolítico, Calcolítico y Edad del Bronce. El área Neolítica consiste en una cabaña semicircular con una zona de ocre y un poste central. El área intermedia, Neolítico-Calcolítico, tiene un silo, una zona de procesado de cereales, un hogar y una zona de talla de sílex. En cuanto al área de la Edad del Bronce, está compuesta por una estructura de hábitat con dos estancias: una con un

hogar, una zona de molienda y trabajo textil y la otra con actividad relacionada con procesos metalúrgicos (fig. 5).



**Figura 5.** Vista general del nivel 4 en el momento de su construcción

Tras el nivel 5 de nuevo estéril, el nivel 6 contiene materiales relacionados con el Paleolítico superior/Epipaleolítico. Se trata de una zona de hábitat con un hogar en cubeta y una zona exterior con dos áreas de talla lítica y otros tres hogares (fig. 6).

Por último, el nivel 8 simula un yacimiento Paleolítico inferior/medio imbricado en una terraza. La mayor parte de los materiales arqueológicos fueron realizados ex profeso para la ocasión y el resto procedían de los que el propio laboratorio posee como consecuencia de su larga trayectoria como laboratorio docente.

Sin duda, la realización del yacimiento simulado del LAEX junto a otras experiencias externas vinculadas a la Universidad, fue un antecedente del interés por el desarrollo del nuevo proyecto del YAS-UAM. Los campus de verano desarrollados los años 2018 y 2019 mediante la colaboración entre profesores del departamento de Biología

y del de Prehistoria y Arqueología, fue el detonante de las primeras iniciativas que desembocaron en el diseño y creación del YAS-UAM como recurso multifuncional dentro del Campus de la UAM.



**Figura 6.** Vista general del nivel 6 del yacimiento simulado del LAEX-UAM

**EL YACIMIENTO SIMULADO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID (YAS UAM)**

En 2015 dentro de las actividades docentes y de divulgación que se vienen realizando en el Laboratorio de Arqueología Experimental (en adelante, LAEX UAM) surgió la necesidad de crear un espacio donde poder explicar a alumnos y público en general cómo se trabaja en el ámbito de la Arqueología. Esta necesidad se agravó porque, se ha expuesto anteriormente, existen ciertas limitaciones de acceso a yacimientos en el ámbito de Madrid y esto impide acceder a espacios reales para la formación del alumnado en materias de metodologías de trabajo de campo.

Posteriormente, surgen otras simulaciones promovidas desde la UAM, como la que puso en marcha el Laboratorio de Poblaciones del Pasado (LAPP) del Dpto. de Biología en abril de 2018 en el municipio de Zorita de los Canes (Guadalajara) (fig. 7) donde estudiantes de grado y máster realizaban prácticas arqueobiológicas. Es en ese mismo año cuando se produce el auténtico salto interdepartamental: la simulación o arqueódromo ubicado en la zona exterior del LAEX UAM permitió desarrollar una primera actividad de colaboración entre el Dpto. de Arqueología y Prehistoria y el Dpto. de Biología dentro de los Campus Científicos de Verano (CCV) durante los años 2018 y 2019 (fig. 8). Los CCV son un programa estatal que organiza la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) en las universidades españolas para acercar la ciencia a los jóvenes. El proyecto de la UAM denominado *¡Hay restos humanos!* tenía como hilo conductor el hallazgo de un enterramiento humano. La excavación y registro la llevaban a cabo arqueólogos en el yacimiento simulado del LAEX UAM y posteriormente, los restos óseos eran trasladados al Dpto. de Biología para su interpretación en el LAPP por parte de antropólogos físicos.



**Figura 2.** yacimiento simulado en el municipio de Zorita de Canes  
(Guadalajara) (LAVIDAMATA, 2017)

Esta colaboración interdepartamental fue el germen de distintos proyectos de innovación docente desde 2018 cuyo objetivo principal se centró en la construcción de una instalación de simulación de práctica de excavación arqueobiológica y paleontológica, que permita disponer de un espacio didáctico cercano al aula donde los estudiantes aprendan y pongan en práctica las destrezas teóricas adquiridas en este ámbito.



**Figura 3.** Simulación de excavación durante el Campus Científico de Verano UAM 2018.

En sucesivos proyectos de innovación docente (ver tabla 2) se planean el diseño y la construcción del YAS-UAM, los apoyos y la visibilidad del espacio, la planificación y gestión de recursos y su uso didáctico dentro de la formación práctica de asignaturas de grado y posgrado que afectaban a las Facultades de Ciencias y Filosofía y Letras.

Proyecto	Año	Modalidad	Participan
C_024.18_INN: Yacimiento Arqueológico Simulado (YAS-UAM): una nueva herramienta docente de uso transdisciplinar	2018	INNOVA	Coord.: Óscar Cambra- Moo (Dpto. Biología)  Armando González Linares, Arturo Morales Muñiz y María Molina Moreno(Dpto. Biología); Javier Baena Preysler y Concepción Torres Navas (Dpto. Prehistoria y Arqueología); Carmen del Cerro Linares(Dpto. Historia Antigua)
C_022.19_IMP: Desarrollo y construcción	2019	IMPLANTA	Coord.: Óscar Cambra- Moo (Dpto. Biología)

<p>del YAS-UAM: una nueva herramienta docente de uso transdisciplinar</p>			<p>Armando González Martín, Arturo Morales Muñiz y Marina Molina Moreno(Dpto. Biología); Javier Baena Preysler y Concepción Torres Navas (Dpto. Prehistoria y Arqueología); Carmen del Cerro Linares (Dpto. Historia Antigua)</p> <p>Se incorporan: Eufrasia Roselló Izquierdo y Hugo Martín Abad (Dpto. Biología), y Carlos Fernández Rodríguez (Dpto. Historia Antigua)</p>
<p>C_020.21_INN: Construcción de enterramientos simulados para la puesta en marcha del nuevo “laboratorio docente al aire libre”</p>	<p>2021</p>	<p>INNOVA</p>	<p>Coord.: Armando González Martín y María Molina Moreno (Dpto. Biología)</p> <p>Óscar Cambra-Moo, Arturo Morales Muñiz, Eufrasia Roselló Izquierdo, y Carlos Fernández (Dpto. Biología); Javier Baena Preysler y Concepción Torres Navas (Dpto. Prehistoria y Arqueología)</p> <p>Se incorporan: M. Nieves Candelas González, Alicia Alonso García, Danielle</p>

			Michelle Doe y Consuelo Prado Martínez (Dpto. Biología)
C_012.21_IMP: Creación de áreas de simulación de huellas de dinosaurios y humanos	2021	IMPLANTA	Coord.: Carlos Fernández Rodríguez (Dpto. Historia Antigua) y Hugo Martín Abad (Dpto. Biología)  Óscar Cambra-Moo, Arturo Morales Muñiz, Armando González Martín, María Molina Moreno y Alicia Alonso García (Dpto. Biología); Javier Baena Preysler y Concepción Torres Navas (Dpto. Prehistoria y Arqueología); Carmen del Cerro Linares (Dpto. Historia Antigua)  Se incorporan: Carla María San Román Gallego-Casilda (Dpto. Biología)
C_012.22_IMP: Desarrollo avanzado del YAS-UAM para su implantación docente en el curso 22/23	2022	IMPLANTA	Coord.: Armando González Martín y Hugo Martín Abad (Dpto. Biología)  Alicia Alonso García, Óscar Cambra-Moo, Carlos Fernández Rodríguez, Consuelo Prado Martínez, María Molina Moreno, M. Nieves Candelas González y Carla María San



			Román Gallego-Casilda (Dpto. Biología) Javier Baena y Concepción Torres Navas (Dpto. Prehistoria y Arqueología); Carmen del Cerro Linares y Carlos Fernández Rodríguez (Dpto. Historia Antigua)
--	--	--	---

**Tabla 2.** Relación de proyectos de innovación docente para la planificación y desarrollo del YAS UAM (2018-2022)

El YAS-UAM es una apuesta de carácter transdisciplinar que se concibe como un espacio versátil que integra especialistas del ámbito de la Arqueobiología, con una amplia experiencia en el estudio y trabajo de campo en yacimientos, así como en el estudio de colecciones de restos líticos y óseos humanos. Docentes e investigadores estrechamente vinculados a asignaturas con un fuerte carácter práctico que vieron la necesidad de construir en la UAM un espacio común destinado a la docencia y a la divulgación científica.

Esta iniciativa liderada por los profesores Óscar Cambra Moo y Armando González Martín recibe el apoyo del equipo de gobierno de Rafael Garesse quien facilitó un espacio para el diseño y montaje del actual YAS-UAM. Posteriormente, la actual rectora Amaya Medikoetxea ratifica este apoyo, así como las respectivas facultades de Ciencias y Filosofía y Letras y, de los departamentos implicados. Los trabajos de diseño y montaje recaen finalmente en equipos de trabajo de los departamentos de Biología y de Prehistoria y Arqueología.

Asimismo, en 2022, el YAS-UAM recibe la consideración de “laboratorio docente al aire libre” por parte del Consejo de Gobierno de la UAM, convirtiéndose en la primera instalación de estas características en toda la universidad.

El YAS UAM es actualmente un espacio en proceso de construcción, pero con recursos suficientes para ser en el curso académico 2022-2023 un lugar de prácticas para estudiantes de grado y posgrado, así como una herramienta de divulgación científica. En este sentido, se han iniciado algunas actividades dentro de la Semana de la Ciencia y la Innovación que promueve la Comunidad de Madrid, en las que se ha puesto de manifiesto el enorme potencial de estos recursos entendidos como laboratorios docentes.



**Figura 4.** Visita al YAS durante la celebración de la VIII semana de la innovación docente de la UAM (2022)

**ARQUEOLOGÍA      EXPERIMENTAL      Y      SIMULACIONES**  
**ARQUEOLÓGICAS**

Un aspecto que raramente ha sido destacado en el desarrollo de modelos experimentales en Arqueología es la potencialidad que dichas simulaciones tienen como herramienta de recreación de conjuntos arqueológicos simulados.

La propia recreación de objetos simulados mediante la experimentación permite generar un registro ajustado a la realidad arqueológica y con ello aproximar al máximo la simulación del modelo en su conjunto. Estas reproducciones, normalmente subproductos de modelos experimentales, pueden suministrar elementos interesantísimos para las recreaciones de sitios. Pero recordemos, que las reproducciones no tienen por qué limitarse a productos finales si no que pueden proporcionar elementos referidos a toda la cadena operativa (restos de talla lítica, residuos de fundición, elementos de combustión o carbonizados, residuos, etc.).

Además, está claro que muchas experimentaciones se dirigen a la generación de registros espaciales tanto antrópicos como tafonómicos o post-deposicionales que suponen sin duda, un magnífico generador de simulaciones arqueológicas. Generar, por ejemplo, áreas de talla lítica puede realizarse en función de variables muy diversas y con ello, contar con la interpretación real de los resultados a priori. Podemos de esta forma, organizar una distribución de restos de talla individual, grupal o colectiva (simulaciones de palimpsestos), o bien analizar las distribuciones atendiendo a pendientes específicas, con movilidad de quien talla, etc.

Un ejemplo destacado fue el desarrollo de una recreación de una vivienda en el yacimiento de Numancia que, fortuitamente y por desgracia, sufrió un incendio, y que supo ser sabiamente aprovechado para llevar a cabo la excavación y registro de dicha recreación en lo que podría haber sido un verdadero yacimiento simulado (Jimeno *et al.*, 2007). En estos casos, los procesos de alteración del registro son elementos muy

interesantes en la generación de la simulación, y permiten contar, como decíamos, con la información del proceso a priori de manera controlada.

En estas simulaciones también pueden contribuir agentes biológicos de manera que los modelos presenten un realismo mayor. El control tafonómico y post-deposicional resulta complejo, pero mediante procesos acelerados podemos ser capaces de generar alteraciones de una forma similar a la que normalmente nos encontramos con el registro arqueológico. Ejemplos de ello los tenemos en la inclusión de pequeños carnívoros en distribuciones de objetos orgánicos e inorgánicos, en la siembra de plantas en la superficie de las simulaciones o bien la aceleración de procesos de meteorización con riesgos reiterados.

## **CONCLUSIONES**

El maridaje adecuado de recreaciones experimentales y la creación de simulaciones resulta una herramienta fundamental en el aprendizaje metodológico del trabajo de excavación arqueo-palontológica. Por lo general, el desarrollo de trabajos experimentales en arqueología suele enmarcarse en aspectos relacionados con la investigación, y a partir de ésta, en la transferencia. Sin embargo, en el ámbito del diseño y creación de elementos de simulación no suele ser considerado a pesar de su potencial. Mediante la experimentación, podemos ser capaces de generar colecciones comparativas esenciales en la recreación del proceso de excavación. Pero también, la reproducción experimental nos permite generar contextos fiables de los procesos creados en el pasado con el fin de crear espacios virtuales que puedan ser objeto de interpretación arqueológica. Es esencial entender que la Arqueología no es solo un proceso mecánico de recuperación

de objetos; por el contrario, es una ciencia basada en la interpretación del comportamiento del pasado a través del estudio de objetos, residuos, estructuras y distribuciones de registros arqueológicos de muy distinta naturaleza. Es precisamente este campo en el que la Arqueología Experimental muestra toda su fuerza como herramienta de control interpretativo. Partimos de una realidad que reproducimos y que se debe interpretar mediante la simulación.

Del mismo modo, el empleo de estas simulaciones generadas con base a reproducciones experimentales, pueden ser aprovechadas como laboratorios de procesos post-deposicionales. Bajo el control inicial de las distribuciones y estados de los objetos, el paso del tiempo dentro de contextos sedimentarios controlados permitiría analizar cambios en estas variables y con ello extrapolar los datos a escala comparativa.

En resumen, con este trabajo pretendemos demostrar la necesidad de una adecuada interrelación de disciplinas como la Sedimentología, la Tafonomía, la Biología, los estudios espaciales, etc. para la mejor recreación arqueológica. El potencial de la multidisciplinariedad es muy amplio y su dependencia de la actividad experimental en el ámbito de la Arqueología, imprescindible.

## **AGRADECIMIENTOS**

Queremos agradecer el trabajo realizado por los distintos Equipos de Gobierno de la Universidad Autónoma de Madrid y en especial, el esfuerzo y dedicación del Vicerrector de Campus, D. Santiago Atrio y el Vicerrector de Estudios, D. Juan Antonio Huertas. Igualmente, queremos destacar la labor acometida tanto por el Decano de la Facultad de Ciencias, D. Manuel Chicharro, y la Decana de la facultad de Filosofía, Dña. Patricia Martínez, a la Directora del Departamento de Biología, Dña. Rocío Gómez Lencero, y del de Prehistoria y Arqueología, D. Luis Berrocal, a los administradores de

ambas facultades, así como el profesorado y alumnado de los Departamentos de Biología y Prehistoria y Arqueología implicados en el desarrollo del YAS-UAM. En particular, el trabajo de la Dra. Patricia Ríos, el Dr. Sergio Martínez Lillo y Dr. Hugo Martín Abad, actualmente plenamente dedicados a su desarrollo y uso.

## **BIBLIOGRAFÍA**

ARQUEO CORDOBA (2018-2019). *Proyectos “arqueología somos todos”*  
<http://www.arqueocordoba.com/arqueologiasomostodos/proyectos/2018-2019>

BARDAVIO, A. (1998): “Arqueología Experimental en la ESO”. *Revista de arqueología*, 208, pp. 6-15.

CHINESE ARCHAEOLOGY, Institute of Archaeology. Chinese Academy of Social Sciences (IA CASS) (24 de diciembre de 2017). *Children experience simulated archaeological excavation in Shandong Museum, east China.*  
[http://www.kaogu.cn/en/News/Academic\\_activities/2017/1226/60543.html](http://www.kaogu.cn/en/News/Academic_activities/2017/1226/60543.html)

CONSUEGRA, S., ET AL (2008): “Arqueología En Tus Manos. Descubre cómo es una Excavación Arqueológica”. *Instituto de Historia. CCHS. Semana de la Ciencia 2008.*

CONSUEGRA, S., PEÑA, L., MORENO, M., RUIZ DEL ÁRBOL, M., MONTERO, I., DÍAZ DEL RÍO, P. Y OREJAS, A. (2010): “¿Qué comíamos hace 2000 años? (sabor y saber. Los alimentos en su historia)”. *X Semana de la Ciencia. Instituto de Historia CSIC. CCHS.*

CRETAN ACTIVITIES. *Archaeological simulated Digging for Kids.*  
<https://cretanactivities.com/product/archaeological-simulated-digging-for-kids/>

- FERNÁNDEZ DE LA PEÑA, F. J., Y CASTAÑEDA CLEMENTE, N. (2021): “ La arqueología en los grandes eventos de ocio educativo”. *Boletín De Arqueología Experimental*, 14, pp.102–116.
- GIL, A., IZQUIERDO, M. I., PÉREZ, C., Y FIÉRREZ, S. (1996): “La simulación arqueológica como instrumento didáctico: la experiencia del taller de arqueología 4 de Valencia”. *Treballs d'Arqueologia*, 4 pp. 116-130.
- GLENDINNING, M. (2005): “Digging into History: Authentic Learning through Archaeology.” *The History Teacher*, vol. 38, 2, pp. 209-223.
- GONZÁLEZ MARCÉN, P., CASTAÑEDA, N., ARMENTANO OLLER, N., BARAHONA, M., Y GONZÁLEZ, J. (1998): “La recerca a l'abast: l'experiència del parc arqueològic del patronat Flor de Maig”. *Treballs d'arqueologia*, 5, pp. 65-84.
- IBÁÑEZ GONZÁLEZ, E. J. (1998): “Las réplicas de yacimientos arqueológicos aplicadas a la enseñanza: aspectos básicos y perspectivas de futuro”. *Treballs d'arqueologia*, 5, pp. 085-98.
- ILARDIA, I. P. (2020): “Investigación-acción en la enseñanza de la historia: simulación arqueológica en entornos educativos formales”. *Psychology, Society & Education*, vol. 12, 3, pp. 259-273.
- JAVALOYAS MOLINA, D.; CALVO TRIAS, M.; ALBERO SANTACREU, D. Y GARCÍA ROSSELLÓ, J. (2013): “Desmuntant el Dr. Jones: didàctica de la prehistòria i l'Arqueòdrom CAMPUS-UIB”. *Innov[IB]. Recursos i Recerca Educativa de les Illes Balears*, 3, pp. 94-105.
- HALL, J., O'CONNOR, S., PRANGNELL, J. Y SMITH, T. (2005): “Teaching Archaeological Excavation at the University of Queensland: Eight years inside TARDIS”. *Australian Archaeology*, 61, pp.48-55.

- JIMENO, A., MARTÍNEZ, J. P., CHAÍN, A. Y ALGARRA, H. (2007): “Incendio en Numancia, una experimentación no pensada”. En M.L. Ramos, J. E. González Urquijo y J. Baena Preysler: *Arqueología experimental en la Península Ibérica: investigación, didáctica y patrimonio: investigación, didáctica y patrimonio*, pp. 245-253, Santander: Asociación Española de Arqueología Experimental.
- LAVIDAMATA (2017): *Proyecto de innovación innova 2017*.  
<https://www.lavidamata.xyz/yas-proyecto-innovacion-innova-2017.html>
- LIPETZKY, J. (1969): *DIG: A simulation of the archaeological reconstruction of a vanished civilisation*, Lakeside: Interaction Publishers.
- LIPETZKY, J. (1998): *DIG Curriculum*. Fort Atkinson, WI: Interaction Publishers, Inc.
- MONTOYA, J.P. (2021): “La arqueología experimental como estrategia educativa: realidad y posibilidades”. *Investigación en la escuela*, 103, pp. 139-152.
- MONTINS, F. O. y FOIX, A. O. (2017): “El Museo de Bellas Artes de Castellón. Una historia accidentada”. *Boletín del Museo Arqueológico Nacional*, 35, pp. 2242-2259.
- OLD PUEBLO ARCHAEOLOGY CENTER (s.f): *open3 simulated excavation for classrooms*.  
<https://www.oldpueblo.org/programs/educational-programs/childrens-programs/open3-simulated-excavation-classrooms/>
- PAArchaeology (22 de mayo de 2015): Twipa blog. *The cedar cliff high school simulates archaeological excavation project*. <http://twipa.blogspot.com/2015/05/the-cedar-cliff-high-school-simulated.html>
- PACT NEWS S (1986): Papers presented to ‘*The Second Meeting on Making Children Aware of the Existence, Study, and Conservation of the Archaeological Cultural Heritage*’. PACT News 17 y 18. Ravello: Council of Europe.



- PAUL C. THISTLE (2012): "Archaeology Excavation Simulation". *Journal of Museum Education*, 37:2, 67-77.
- RAMÓN BURILLO, J.A. (1997): "La simulación arqueológica como recurso didáctico". *Revista de Arqueología*, 196, pp. 14-23.
- REYNOLDS, P. (1989): "Butser ancient farm: an extraordinary classroom". *C BA Education Bulletin*, 27-32. London: Council for British Archaeology.
- RENFREW, C., BAHN, P. (2011): *Arqueología: Teorías, métodos y prácticas*. Ediciones Akal, S.A.
- RICE, P. (1985): "Using a Simulated Site to Teach Data Analysis in Archaeology". *Anthropology and Education Quarterly*, vol. 16, 4, pp.301-305.
- RUIZ ZAPATERO, G. (1995): "El pasado excluido. La enseñanza de la Historia antes de la aparición de la escritura". *Iber. Didáctica de las Ciencias Sociales, Geografía e Historia*, 6, pp.19-29.
- RUSSELL III, W. (2014): "Excavating the Past: An Archaeology Simulation for the Elementary Classroom". *A Journal of the Social Studies*, vol. 75, 2, article 7.
- STONE, P. Y MACKENZIE, R. (1990): *The excluded past. Archaeology in education*. Unwin Hyman. London.

**UNA APROXIMACIÓN EXPERIMENTAL A LA CONFECCIÓN DE  
CUERDAS DE FIBRA DE COCO EN LA PREHISTORIA *CHAMORU*  
(ISLAS MARIANAS, OCEANÍA)**

***AN EXPERIMENTAL APPROACH TO THE MAKING OF COCONUT FIBER  
ROPES IN THE CHAMORU PREHISTORY (MARIANA ISLANDS, OCEANIA)***

**Luis Berrocal-Maya<sup>7</sup>**

**RESUMEN**

Este trabajo ha realizado una aproximación experimental a la confección de cuerdas en la cultura *CHamoru*. Debido a las materias primas a las que esta sociedad tuvo acceso, las fibras de coco han podido ser uno de los recursos principales en la elaboración de cordajes. El análisis práctico ha demostrado cómo pudo haber sido posible generar estos artefactos a partir de uno de los bienes más abundantes en las islas, el coco, que además es fácil de tratar y manufacturar.

**Palabras clave:** Cuerda, *CHamoru*, Arqueología Experimental, Oceanía.

**ABSTRACT**

*This paper has carried out an experimental approach about rope making in the CHamoru culture. Due the materials to which this ancient society had access, coconut fibers could have been one of the main resources in the production of ropes. Practical analysis has shown how it could be possible to generate these elements from one of the most abundant raw materials on the islands, coconuts, which is also easy to process and manufacture.*

---

<sup>7</sup> Universidad Autónoma de Madrid, Departamento de Prehistoria y Arqueología.  
[Luis.berrocal.maya99@gmail.com](mailto:Luis.berrocal.maya99@gmail.com).

**Key words:** *Rope, CHamoru, Experimental Archaeology, Oceania.*

## CONTEXTO GEOGRÁFICO Y ARQUEOLÓGICO

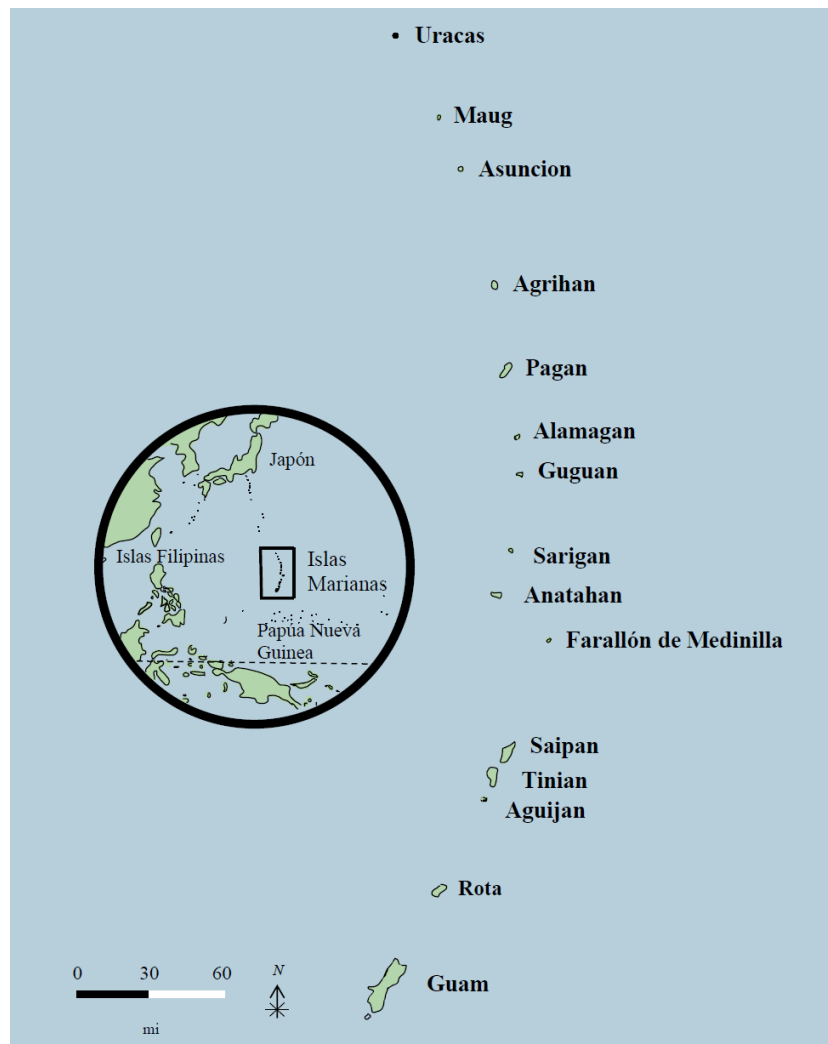
### Marco geográfico

Las Marianas conforman un conjunto de islas de origen volcánico y calcáreo situadas en el oeste del Océano Pacífico. En Oceanía, se encuentran tres grandes regiones articuladas en torno a sus orígenes étnicos: Micronesia, Melanesia y Polinesia (Petersen, 2009:7-11). Este caso de estudio se enmarca en la primera de ellas. El archipiélago se haya a unos 2500 km al este de Filipinas y a una distancia similar del sur de Japón. Actualmente, Guam, de unos 544 km<sup>2</sup> de extensión, es un territorio no incorporado de los Estados Unidos y el resto de las ínsulas, 478 km<sup>2</sup> en conjunto (Rainbird, 2004:101), son una comunidad política que conforma un estado libre asociado de la potencia americana (fig. 1).

Durante la Historia, y la Prehistoria en especial, la relación de estas poblaciones con el medio natural fue especialmente importante para entender su desarrollo. Los habitantes de las islas tuvieron que adaptar sus formas de vida a un espacio con frecuentes tifones, sequías y ocasionales terremotos y tsunamis (Owen, 2011:163). Por otro lado, la localización, cercana al ecuador, hace que el archipiélago goce de un clima tropical manteniendo temperaturas similares a lo largo del año.

En consonancia con todo ello, en las islas predomina el bosque tropical, con una gran presencia de la palmera cocotera, aunque en periodos tempranos también tuvieron importancia los bosques ripícolas. Mientras, las costas se caracterizan por sus playas de arena fina salpicadas con manglares. En este sentido, hace *c.* 5500 años, cuando las islas

aún no habían sido pobladas, el nivel del mar se había establecido en torno a los 2 metros por encima del nivel actual, condición que se mantuvo durante su Prehistoria (Carson, 2017; Nunn y Carson, 2015; Hunter-Anderson y Eakin, 2016:71).



**Figura 1.** Plano de las Islas Marianas (Elaboración propia con base en Amesbury 2013:34)

### **Marco cronológico y cultural**

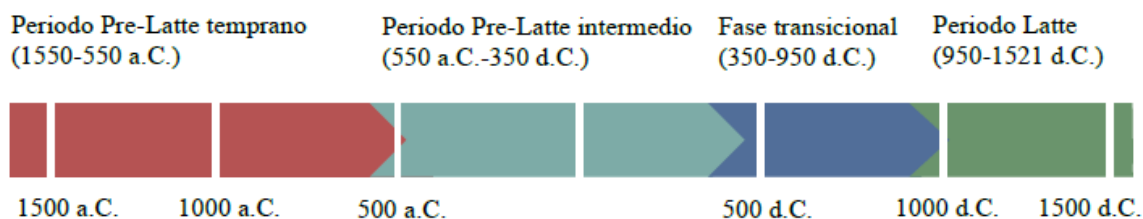
Como en cada caso de estudio, los artefactos sobre los que este trabajo ha indagado solo pueden ser entendidos dentro de un contexto histórico específico (Reeves Flores 2010:30). En comparación con otras regiones de la Tierra, la zona tropical del

Océano Pacífico fue ocupada en un periodo muy tardío, en los últimos cuatro mil años (McFadden *et al.* 2021). En este sentido, una de las presencias antropológicas más tempranas se puede hallar en la Micronesia y, en especial, en las Islas Marianas (Hunter-Anderson, 2008:3). La población que las habitó recibe el nombre de “chamorros” (Owen, 2011:161). Fruto del poscolonialismo, el término, que deriva del usado durante la ocupación colonial hispana, está siendo sustituido por el de *CHamoru*. Este parece adecuarse más al vocablo original de la sociedad prehistórica, por lo que es el que se ha empleado en este trabajo.

Con base en distintos estudios genéticos y lingüísticos, se ha planteado que los primeros pobladores llegaron al archipiélago en torno al 1500 a.C., procedentes de la actual Malasia (Rainbird, 2004: 103; Montón-Subías, 2019:408). En esta etapa tan temprana, los isleños tuvieron que lidiar con la falta de mamíferos, cuyo único representante era el murciélago de la fruta (Cunningham, 1998:20). De esta manera, se sustentaron gracias a los recursos marinos, que ofrecían una extraordinaria biodiversidad (Amesbury, 2013:36).

A mediados del siglo pasado, los arqueólogos diferenciaron dos etapas en la Prehistoria del archipiélago: el periodo *Pre-Latte* y el *Latte* (fig. 2); (Amesbury y Hunter-Anderson, 2003:4). De los comienzos del *Pre-Latte* se conserva una tipología cerámica concreta, la denominada *early calcareous ware*, que indica que en estas fases ya habían llegado poblaciones que conocían estas tecnologías, así como la cestería (Nunn y Carson, 2015). Amesbury y Hunter-Anderson (2003:4) han planteado que estas presencias antrópicas tan tempranas podrían corresponderse con ocupaciones temporales más que con patrones residenciales permanentes. De esta manera, ciertos grupos humanos llegarían a las islas en busca de materiales exóticos, que posteriormente se incluirían en

grandes redes de intercambios del Pacífico oeste (para un ejemplo similar, véase Sheppard 2018).



**Figura 2.** Línea del tiempo de la Prehistoria de las islas (elaboración propia a partir de Amesbury y Hunter-Anderson 2003:23)

El descrito periodo *Pre-Latte* sufrió una serie de transformaciones que, para la historiografía, han dado lugar a una fase distinta. Sobre su cronología hay cierto debate. Los comienzos de la Era *Latte* se dan entre el 900/1000 d.C., con el surgimiento de una nueva arquitectura. En cuanto a su final, la historiografía tradicional ha establecido su término en 1521, cuando la expedición de Magallanes llegó a las islas. No obstante, considero pertinente dilatarlo algo más, ya que no fue hasta las últimas décadas del siglo XVII, con la llegada de los jesuitas, cuando se dieron cambios reales en los modos de vida de la sociedad chamorra (Montón-Subías *et al.*, 2018:309).

En esta fase, los patrones de asentamiento costeros variaron por la proliferación de hábitats tierra adentro con una mayor densidad de población y con un carácter sedentario más marcado (Rainbird, 2004:106). Aunque en principio esto no debería haber afectado a la elaboración de cordajes, estos procesos se acompañaron del surgimiento de las denominadas “estructuras *Latte*”, un fenómeno característico de las Marianas (Owen, 2011:170); (fig. 3). Estos pilares y capiteles megalíticos, que también cumplían funciones de carácter comunal, eran los cimientos de casas cuyas estructuras superiores estaban realizadas en materias vegetales, entre las que pudo encontrarse la fibra de coco.

En estos ambientes se desarrolló una cultura muy interesante desde el punto de vista de género, pues tanto el registro material como las crónicas del siglo XVII parecen indicar que existía una organización en torno a familias o clanes matrilineales (Petersen 2009:45). Actualmente, distintos proyectos arqueológicos están investigando estos planteamientos (Amesbury *et al.*, 2020; Montón-Subías, 2019). Más allá de esta cuestión, se ha planteado que existía una estratificación en dos grandes grupos sociales que, por lo menos, se documenta con los primeros contactos de Edad Moderna (Owen, 2011:171).



**Figura 3.** House of Taga, en Tinian, Guam. Con unos 5 metros de altura, fue la principal estructura latte de una agrupación de 18 (fotografía de Owen, 2011:166)

Cunningham (1998:19) explica que existía, por un lado, una “casta” inferior, llamada *manachag*, y, por el otro, una superior, la *chamorri*. Según Carson (2012a:39), esta diferenciación pudo llegar a ser relevante porque en torno a ella se articularon restricciones en la alimentación y en distintas actividades. Otros autores (Peterson

2012:202; Bayman *et al.*, 2020:229) han puesto en duda esta división y probablemente resulte más adecuado hablar de diferencias de “estatus” que de “estratificación” (Montón-Subías, 2019:409; Amesbury *et al.*, 2020:16).

### **La Arqueología en las Islas Marianas**

Los orígenes de la Arqueología de las Islas Marianas han sido especialmente recientes, pues principalmente se ha desarrollado a partir de la década de 1950 (Carson, 2012b). En este sentido, su vertiente experimental ha tenido aún menos recorrido. De manos de distintos profesores de la University of Guam, fundada en 1952, comenzaron los primeros análisis sistemáticos sobre el archipiélago. El objeto de estudio de este trabajo parte de la cita de uno de estos investigadores:

*The ancient Chamorros made lashing from coconut fibers. To obtain coconut fiber, coconut husks were soaked in sea water. This separates the fibers. Rubbing the fibers on the thigh forms a line. Several lines twisted together make a heavier line. These in turn can be wound together to make a rope. Coconut fiber sennit is extremely strong and slow to rot. This sennit is fuzzy, with small fibers sticking out all over that help to make knots stay tight. Since the ancient Chamorros did not use nails or pegs in their construction, tightness was a very important quality in rope (Cunningham 1998:54).*

Cunningham pertenece a una escuela poscolonial en la que los estudios históricos se relacionaron mucho con las tradiciones orales. De esta manera, en ocasiones, describe casos que probablemente se remontan a un pasado real, pero que no están empíricamente constatados. Un ejemplo de ellos es el planteamiento sobre las divisiones sociales (Cunningham, 1998:19). Esta experimentación pretende, primero, comprobar si es



posible realizar cordajes a partir de las pautas mencionadas y, segundo, indagar en la viabilidad de que la sociedad *CHamoru* emplease esta técnica asiduamente.

Profundizar en estos planteamientos resulta crucial para el estudio de la Prehistoria de las islas, ya que la ausencia de mamíferos y la presencia de una flora eminentemente tropical hacía que los cocos fuesen una de las pocas fuentes de las que extraer fibras que se pudiesen trabajar. Resolver esto puede afectar, directamente, a tres ámbitos de estudio. En primer lugar, puede esclarecer cómo se realizó la parte superior de las edificaciones *latte*, que no se han conservado y que debieron tener amarres de este tipo que soportasen la estructura.

En segundo lugar, podría tenerse en cuenta en los estudios sobre la vestimenta de las poblaciones, de las que se conocen descripciones del siglo XVI (Montón-Subías y Morales de Eusebio, 2021). Por último, una perspectiva a futuro podría desarrollarse siguiendo el campo de la Arqueología Experimental, indagando en el peso y torsión que estas cuerdas pudieron soportar. Esto puede resultar interesante en las investigaciones sobre redes y sedales, ya que la pesca fue la actividad de abastecimiento más importante en la prehistoria del archipiélago (Amesbury, 2013).

### **La Arqueología Experimental en Oceanía**

Desde los orígenes de la Arqueología Experimental, el área de Oceanía ha estado ligada a las investigaciones prácticas. Así lo demuestra uno de los proyectos que anticipaba el desarrollo de esta disciplina, la *Expedición de Kon Tiki*, entre Suramérica y la Polinesia (Heyerdahl, 1952). Por ende, este trabajo parte de la concepción de que la manera más sencilla y empírica de conocer si las poblaciones de las Islas Marianas pudieron emplear la fibra de coco como elemento principal en la fabricación de cuerdas es a través de esta ciencia. Mediante el desarrollo de su cadena operativa, se pueden

observar las ventajas e inconvenientes que este proceso pudo conllevar para la sociedad *CHamoru*. De esta forma, la experimentación permite dar respuesta a estas hipótesis, que se centran tanto en el método como en el artefacto conseguido (Millson, 2010:3).

No obstante, los planteamientos postprocesualistas (por ejemplo, Hodder, 1982) han puesto de manifiesto la relevancia de que este desarrollo parta de la concepción y obtención de recursos necesarios para la fabricación del artefacto, pues un mismo registro material pudo ser entendido de maneras distintas en diferentes lugares y periodos, entre otros condicionantes. De esta forma, el análisis indaga, primero, en cómo se obtuvieron las fibras del coco, segundo, en cómo se realizó la cuerda, tercero, en sí de esta manera se pudo obtener un instrumento funcional y, cuarto, en algunas de las implicaciones que pudo tener el artefacto y su fabricación para la sociedad de estudio.

Uno de los aspectos interesantes de esta investigación es la falta de publicaciones previas al respecto. Desde la Arqueología Experimental, han sido habituales los trabajos sobre distintos cordajes y textiles (por ejemplo, Agustín Serrano, 1998 y Fuster Antón, 2015). Sin embargo, no se ha hallado ninguno de ellos que trate el caso particular de las fibras de coco, aunque la validez de esta disciplina en su estudio queda patente por los artículos mencionados.

## **PROGRAMA EXPERIMENTAL**

### **Materiales**

La experimentación ha partido del análisis de los materiales que la cultura de estudio tuvo a su alcance. Al tratarse de un grupo de islas que no destacan por su tamaño, los recursos disponibles fueron limitados. A su vez, esta condición enfatiza la importancia de aquellos existentes y del objeto conseguido a través de ellos. En este caso, el coco se

extrae de la palma cocotera (*Cocos nucifera*) (Cunningham, 1998:21). Para obtener las fibras de este fruto se necesita su parte externa (fig. 4), que no se comercializa para el consumo. Por lo tanto, se tuvo que obtener uno ya germinando.



**Figura 4.** Señalado por una línea blanca de puntos: nuez del coco, la parte que se emplea como producto alimenticio. En línea negra discontinua: fibras exteriores, que son las que interesan en la elaboración de cordajes

Por otro lado, se necesitaría agua de mar, para ser más precisos, del Océano Pacífico. Como obtenerla para este trabajo resultaba inviable, se optó por realizar una disolución. Aquella presente en las zonas cercanas al ecuador, como es este caso, son menos salobres que otras. De esta manera, se indagó en la salinidad media de esta región, que es del 32,5%, unos 34 g de sal por litro (Brenes, 1984). Para este experimento, se emplearon 3 litros de agua destilada, a los que se le añadieron 102 g de sal común.

Por último, se ha empleado un canto rodado (fig. 5). Este tipo de lítica suele aparecer ligada a medios acuáticos, sobre todo, en el sur de islas donde son comunes los ríos, como Guam. Este instrumento pudo haber sido sustituido por cualquier otro que, por su dureza, permita machacar las fibras. No obstante, es preciso mencionar que las poblaciones *CHamoru* no conocían la fundición del metal (Carson, 2012a:65), por lo que la tarea no se pudo realizar con un mazo de este material. Sí se pudo hacer en madera, aunque, de cualquier manera, el resultado no debe variar significativamente entre distintos morteros.



**Figura 5.** Canto rodado empleado en el experimento

### **Experimentación**

Como los principios de la Arqueología Experimental indican, este trabajo no tiene como fin replicar un artefacto, sino que se centra en el análisis de su “cadena operativa”, es decir, el proceso que conlleva su fabricación (Reeves Flores, 2010:36). Es este conocimiento el que resulta relevante para comprender el desarrollo de ciertas culturas pretéritas y, por ello, este apartado tiene como objetivo documentar cómo se ha llevado a cabo el estudio práctico.

En primer lugar, se ha separado la corteza de la nuez del coco, que no tiene mayor utilidad para este experimento. De esta manera, se han obtenido cuatro bloques de la parte

conformada por fibras, que se han introducido en la disolución de agua con sal poniendo un peso encima para eliminar la flotabilidad del material. En este estado se dejaron reposar durante cinco días.

Tras el lapso mencionado, las partes se extrajeron del agua y se machacaron con el canto rodado (fig. 6). Este proceso acaba provocando que las distintas fibras se separen y pierdan su forma original. Asimismo, también se acaba aislando su parte exterior, que presenta una dureza no indicada para la fabricación de cuerdas (fig.7). Este método no genera hebras exactamente iguales, ya que aquellas de las zonas más cercanas al exterior del fruto presentan mayor dureza y longitud, mientras que las del núcleo son ligeramente más finas y cortas. Sin embargo, aparentemente, esto no ha afectado al resultado final de la experimentación.



**Figura 6.** Proceso de separación de las fibras del coco, en el Laboratorio de Arqueología Experimental<sup>8</sup> de la Universidad Autónoma de Madrid (fotografía de Andrea García Basanta)

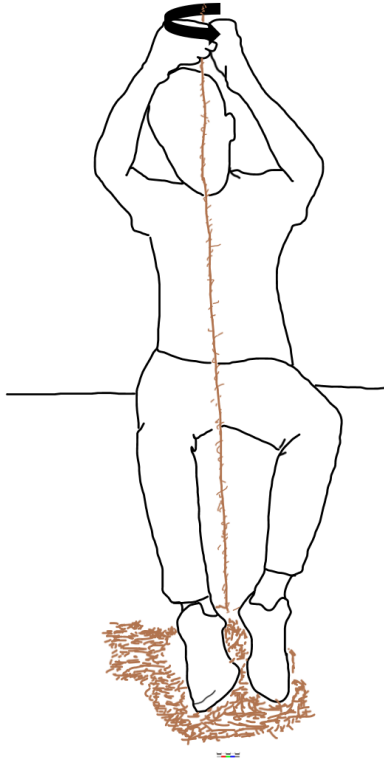
---

<sup>8</sup> Véase su página web (última consulta: 24/06/2021) <https://www.uam.es/FyL/PA-03-Laboratorio-de-Experimental/1242680081480.htm?language=es&pid=1242679999568&title=Laboratorio%20de%20Arqueolog?a%20Experimental>



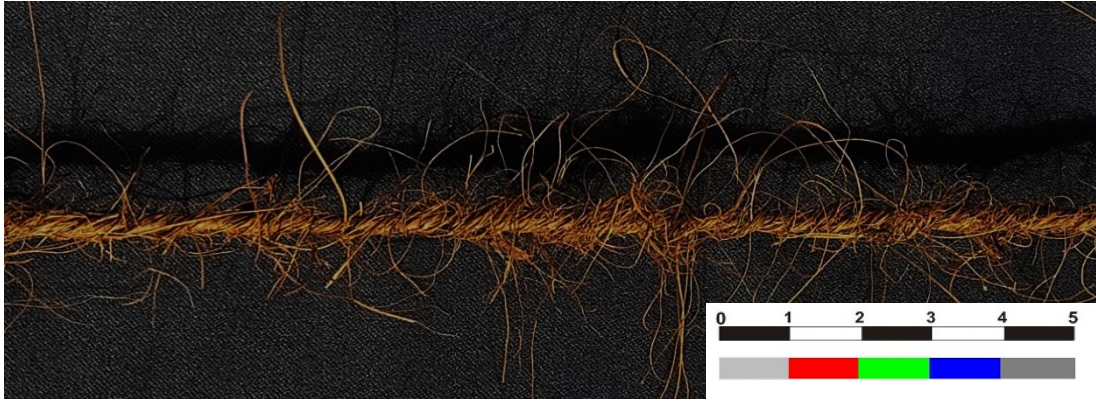
**Figura 7.** Muestras recogidas tras el procesado. Izquierda: corteza que se ha desechado.  
Derecha: fibras que se emplearon para fabricar la cuerda.

Tras esto, las fibras se separaron manualmente y se dejaron secar al sol, aunque por su estructura no tienden a retener el agua durante mucho tiempo. Partiendo de un manojo amplio, los filamentos se retuercen en la mano y, por cómo están conformados, empiezan a unirse entre sí, generando un cordón, hasta que no quedan más hebras (fig. 8). Con 100 g de este material se pueden hacer varios metros de cordel, aunque en este caso solo se manufacturaron 1,3 m para acelerar el proceso.



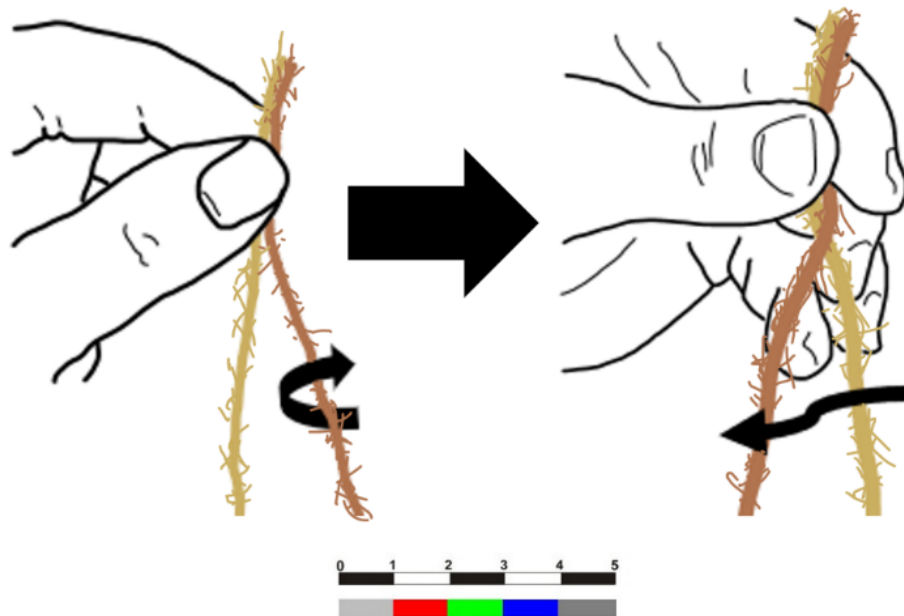
**Figura 8.** Proceso de unión de las fibras mediante su torsión

Esta técnica acaba formando un primer cordel que pierde su forma si deja de ser torsionado (fig. 9). No obstante, la resistencia y elasticidad que presenta el artefacto en esta primera fase de manufactura ya es extraordinaria. En este ejemplo, se realizó de un diámetro comprendido entre 1 y 3 mm, aunque se puede lograr más fino o grueso a conveniencia. La unión de los distintos filamentos hace que, a lo largo de su recorrido, se formen nudos que generan un cuerpo imperfecto, una característica que aparentemente no afecta a su resistencia. De esta manera, el diámetro medio es, realmente, de unos 2 mm.



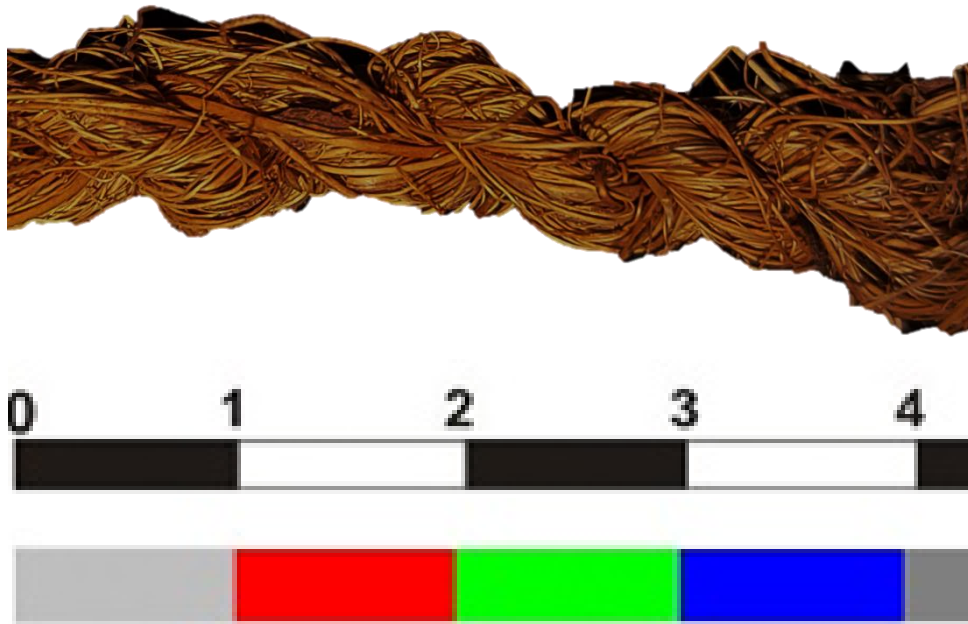
**Figura 9.** Detalle del proceso de unión de las fibras mediante su torsión

A partir de esta primera pieza se puede llevar a cabo el trenzado, que es el que genera la cuerda como tal. Para ello, en primer lugar, se establecen dos secciones. Una de ellas se tuerce y se pasa al otro lado (fig. 10). Esto se realiza con las dos partes y, al aplicar esta técnica a lo largo de todo el tramo, se consigue realizar la sogá, que presenta un patrón concreto (fig. 11). El resultado final presenta la siguiente forma (fig. 12).



**Figura 10.** Proceso de trenzado





**Figura 11.** Detalle de la cuerda ya elaborada



**Figura 12.** Resultado del experimento. Se generaron 60 cm de cuerda final

## RESULTADOS

Como toda investigación, este trabajo ha desarrollado un experimento que ha presentado aspectos positivos, así como otros mejorables, que es necesario tener en cuenta en futuros proyectos. En cuanto a los primeros:

1. El proceso se ha desarrollado, prácticamente, desde el inicio de la cadena operativa. Se podrían haber comprado las fibras ya preparadas para realizar la cuerda. Sin embargo, esto no se ha hecho así porque se ha entendido que la preparación del material es una parte que condiciona la practicidad del método. De esta manera, no solo se ha conseguido el artefacto final, sino que se han identificado los problemas que las sociedades de estudio debieron afrontar en su fabricación, como es el tiempo de remojo y la necesidad de separar las fibras manualmente después, entre otros.
2. Ha sido posible crear un instrumento funcional y resistente.
3. Esto se ha hecho a partir de las materias primas e instrumentos que la sociedad *CHamoru* pudo tener a su alcance.

En cuanto a los segundos:

1. Una línea de investigación que resulta interesante, y que no se ha llevado a cabo por la falta de tiempo, es comprobar la utilidad del cordaje. Es decir, se ha recreado la fabricación de este artefacto, pero no su uso. Por ejemplo, sería oportuno analizar si es adecuado para emplearse en embarcaciones y sedales o solo para amarres en seco.

2. En caso de llevarse a cabo tales experimentaciones, el agua de mar es un elemento que suele deteriorar los materiales, por lo que sería indicado indagar, primero, en la resistencia del cordaje a la sequedad y, segundo, en su aguante a la putrefacción.
3. No se ha planteado una distinción entre el hecho de que las fibras se dejen en remojo en agua de mar, en agua dulce o se trabajen directamente en seco. En este sentido, sería interesante realizar estudios cuantitativos sobre estas tres metodologías, para comprobar si estas condiciones afectan de algún modo a la manufactura del cordaje.

El tiempo que necesita la elaboración del cordaje no es especialmente notable. En el caso de estudio expuesto, la fabricación inicial de 1,3 m de cordón más la posterior confección de 60 cm de cuerda, se llevó a cabo, aproximadamente, en una hora. Sin embargo, antes, hay que aprender las técnicas necesarias. Esto hace que, según el grado de conocimiento que el sujeto de estudio posea sobre esta metodología, el tiempo pueda variar considerablemente, siendo mucho más reducido para un experto.

El paso que consume más tiempo es el de dejar que el material repose en agua de mar. Esto llevó cinco días, pero el remojo puede variar entre ese periodo y las dos semanas. Sin embargo, durante este lapso, el proceso no necesita ninguna atención, así que si ya se poseen algunas fibras se puede avanzar en la fabricación de la cuerda. De esta manera, el proceso total de la creación, desde la obtención inicial del material a la confección final del artefacto, es de en torno a una semana.

Asimismo, sería interesante valorar la resistencia y capacidad de torsión de la cuerda en relación con la pesca. Para esto, se deberían emplear pesos y elementos que ejerzan distintas presiones, o directamente llevar a cabo la captura de los ejemplares a los que las sociedades de estudio tuvieron acceso, condiciones que se escapan de los planteamientos iniciales de este trabajo. Los *CHamoru* llegaron a pescar marlines rayados

que, de media, pesan unos 100 kg y miden 2 m. La ausencia de otros tipos de fibra en las islas tuvo que conllevar que, para esto, se usasen estas cuerdas, por lo que esta experimentación sería crucial para aclarar distintas hipótesis de este ámbito (Amesbury, 2013).

De la misma forma, se podría investigar sobre la aplicación de elementos grasos en la manufactura de las cuerdas. En general, estos materiales son empleados para evitar el deterioro que produce la sequedad del agua de mar, aunque también se pudieron usar como aglutinante para facilitar el trenzado. Ante la falta de mamíferos en las islas, se debieron emplear grasas vegetales, como pudiera ser la de los propios cocos o de peces para estas tareas.

## **CONCLUSIONES**

Tras la investigación desarrollada sobre las estructuras socioeconómicas que articularon la cultura prehistórica que habitó en las Islas Marianas, sobre los recursos de los que disponían y sobre el desarrollo de la experimentación propuesta, el trabajo ha finalizado con la corroboración de la hipótesis planteada en sus inicios. Por lo tanto, según el modelo descrito, es factible realizar cuerda a partir de las fibras del coco y el resultado es, aparentemente, muy resistente. Esto abre un campo de investigación a desarrollar muy interesante, pues permite indagar, desde la Arqueología Experimental, en los distintos usos que estos cordajes pudieron tener.

Asimismo, el proceso de fabricación es relativamente rápido y sencillo, por lo que se podría realizar de manera cotidiana y sin la necesidad de un conocimiento complejo de la materia. A falta de futuros trabajos que lo confirmen, las conclusiones extraídas indican que estos cordajes podrían haber sido usados en redes de pesca, sedales y amarres de

estructuras y embarcaciones. Se trata, por lo tanto, de un instrumento crucial en la vida cotidiana de las poblaciones prehistóricas de las Islas Marianas.

Por su composición orgánica, estos artefactos no se han documentado en el registro arqueológico. Esta condición hace que la hipótesis deba tratarse con cautela. No obstante, la abundancia en las islas de los recursos requeridos para su elaboración, la sencillez tecnológica que requiere y el poco tiempo de manufactura que conlleva parecen indicar que este tipo de cuerdas pudieron ser muy habituales entre las poblaciones prehispanicas de las Islas Marianas.

### **Agradecimientos.**

Quiero reconocer el apoyo que Javier Baena y Concepción Torres (Universidad Autónoma de Madrid) me brindaron durante la elaboración del trabajo, poniendo a mi disposición el Laboratorio de Arqueología Experimental. También me gustaría agradecer a Andrea Navas, Óscar Martín y Andrea García por haberme acompañado en parte del proceso de esta investigación.

### **BIBLIOGRAFÍA**

AGUSTÍN SERRANO, M. C. (1998): Trabajo experimental sobre resistencia del cordaje.

*Boletín de Arqueología Experimental* 2: 20-23.

AMESBURY, J. R. (2003): *Review of archaeological and historical data concerning reef fishing in the U.S. flag islands of Micronesia: Guam and the Northern Mariana Islands*. Guam. Micronesian Archaeological Research Service/ Western Pacific Regional Fishery Management Council.

- AMESBURY, J. R. (2013): Pelagic Fishing in the Mariana Archipelago: from the Prehistoric Period to the Present. *Prehistoric Marine Resource in the Indo. Pacific Regions*: 33-57.
- AMESBURY, J. R., WALTH, C. Y BAYMAN, J. M. (2020): Marine shell ornaments and the political economy of gender power in the Mariana Islands. *The Journal of Island and Coastal Archaeology*: 1-20.
- BAYMAN, J. M., DIXON, B. M., MONTÓN-SUBÍAS, S. Y MORAGAS SEGURA, N. (2020): Colonial Surveillance, *Lánchos*, and the Perpetuation of Intangible Cultural Heritage in Guam, Mariana Islands. En C. D. Beaulé y J. G. Douglass (Eds.), *The Global Spanish Empire: Five Hundred Years of Place Making and Pluralism*: 222-241. Tucson. University of Arizona Press.
- BRENES, C. L. (1984): Las masas de agua del Océano Pacífico tropical frente a Costa Rica. *Uniciencia*: 31-36.
- CARSON, M. T. (2012a): An overview of *latte* period archaeology. *Micronesia* 42: 1-79.
- CARSON, M. T. (2012b): History of Archaeological Study in the Mariana Islands, *Micronesia* 42: 312-371.
- CARSON, M. T. (2017): Cultural spaces inside and outside caves: a study in Guam, western Micronesia. *Antiquity* 91: 421-441.
- CUNNINGHAM, L. J. (1998): *Ancient Chamorro Society*. Hawaii. The Bess Press.
- FUSTER ANTÓN, F. (2015): Propuesta experimental para la fabricación de las cuerdas de una cítara griega. *Boletín de Arqueología Experimental* 10: 88-94.
- HEYERDAHL, T. (1852): *American Indians in the Pacific: The Theory behind the Kon Tiki Expedition*. Londres. Allen & Unwin.

- HODDER, I. (1982): *Symbolic and structural archaeology*. Cambridge. Cambridge University Press.
- HUNTER-ANDERSON, R. L. (2008): Overview of the Prehistory of the Mariana Islands. En J. R. Amesbury y R. L. Hunter-Anderson (Eds.), *An analysis of archeological and historical data on fisheries for pelagic species in Guam and the Northern Mariana Islands*: 1-21. Guam. Micronesia Archeological Research Services.
- HUNTER-ANDERSON, R. L. Y EAKIN, J. E. (2016): Chamorro origins and the importance of archaeological context. En J. Perez Viernes, J. Flores y R. L. Hunter-Anderson (Eds.), *Milestones in Marianas History*: 70-82. Guam. Guampedia.
- MCFADDEN, C., WALTER, R., BUCKLEY, H. y OXENHAM, M. F. (2021): Temporal trends in the Colonisation of the Pacific: Paleodemographic Insights. *Journal of World Prehistory*: 1-27.
- MILLSON, D. C. (2010) *Experimentation and Interpretation. The Use of Experimental Archaeology in the Study of the Past*. Oxford: Oxbow.
- MONTÓN-SUBÍAS, S. (2019): Gender, missions, and maintenance activities in the early modern globalization: Guam 1668-1698. *International Journal of Historical Archeology* 23 (2): 404-429.
- MONTÓN-SUBÍAS, S. Y MORAL DE EUSEBIO, E. (2021): A body is worth a thousand words: early colonial dress-scapes in Guam. *Hist Arch*: 1-21.
- MONTÓN-SUBÍAS, S., BAYMAN, J. M. y MORAGAS SEGURA, N. (2018): Arqueología del colonialismo español en la Micronesia: Guam y las poblaciones chamorras. En B. Marín Aguilera (Ed.), *Repensar el Colonialismo. Iberia, de colonia a potencia colonial*: 305-335. Madrid: JAS Arqueología.

- NUNN, P. D. Y CARSON, M. T. (2015): Sea-level fall implicated in profound societal change about 2570 cal yr BP (620 BC) in western Pacific Island groups. *Geography and Environment* 2: 17-32.
- OWEN, A. (2011): Culture change dynamics in the Mariana Islands. *Pacific Asia Inquiry* 1 (2): 161-194.
- PETERSEN, G. (2009): *Traditional Micronesian societies. Adaptation, integration, and political organization*. Honolulu. University of Hawai'i Press.
- PETERSON, J. (2012): *Latte* village in Guam and the Marianas: Monumentality or monumentarity. *Micronesica* 42 (1/2): 183-208.
- RAINBIRD, P. (2004): *The Archaeology of Micronesia*. New York. Cambridge University Press.
- REEVES FLORES, J. (2010): Creating a History of Experimental Archaeology. En D. C. Millson (Ed.), *Experimentation and Interpretation. The use of Experimental Archaeology in the Study of the Past*: 29-45. Oxford: Oxbow.
- SHEPPARD, P. (2018) Development of exchange networks in the western Solomon Islands. En A. Hermann; F. Valentin; C. Sand y E. Nolet (eds.), *Networks and monumentality in the Pacific. UISPP XVIII World Congress (Paris)*. Oxford. Achaeopress.



# ANÁLISIS DE FUNCIÓN Y RENDIMIENTO DE UN BANOT COMO JABALINA

## *FUNCTION AND PERFORMANCE ANALYSIS OF A BANOT AS JAVELIN*

Juan Antonio Cejudo Ventura<sup>9</sup>

### RESUMEN

En este artículo se explorará el uso del banot como una jabalina en las sociedades prehispanicas de las Islas Canarias. Mediante la consulta de fuentes históricas de la conquista de las islas, recopiladas por autores como Juan Luis Cuscoy se intenta aclarar el uso de esta herramienta por estas sociedades. También se realiza una pequeña investigación etnográfica intentado buscar paralelismos entre la cultura canaria actual y la aborígen para significar el uso del banot en el pasado. Con todas estas fuentes se recreará una réplica de un banot que se encuentra depositado en el Ayuntamiento de La Orotava con la finalidad de comprobar su utilidad como jabalina. Para comprobar esta funcionalidad se comparará con otras piezas similares como el *soliferreum* procedente de la península ibérica, ya que éste presenta una tipología similar. Se realizará una experimentación en la que primero se buscará la forma óptima de lanzar la pieza utilizando diferentes técnicas. Seguidamente se analizará la distancia máxima que es capaz de recorrer el banot, y, por último, se discurrirá sobre qué papel juega el abultamiento en la pieza, para aclarar si se trata de un asidero o tiene algún otro tipo de utilidad. Además, se busca aclarar la importancia que tuvieron para los aborígenes

---

<sup>9</sup> Universidad Autónoma de Madrid. [juan.cejudo@estudiante.uam.es](mailto:juan.cejudo@estudiante.uam.es)

canarios y si sería una herramienta común o algo reservado para personajes de prestigio, así como el número de piezas que portaría cada individuo.

**Palabras clave:** banot, jabalina, aborígenes canarios, análisis funcional, etnoarqueología

## **ABSTRACT**

This article will explore the use of the banot as a javelin in the pre-Hispanic societies of the Canary Islands. By consulting historical sources from the conquest of the islands, compiled by authors such as Juan Luis Cuscoy, we will try to clarify the use of this tool by these societies. A small ethnographic investigation is also carried out in an attempt to look for parallels between the current Canarian culture and the aboriginal culture, in order to signify the use of the banot in the past. With all these sources, a replica of a banot that is deposited in the Town Hall of La Orotava will be recreated in order to verify its use as a javelin. To check this functionality, it will be compared with other similar pieces such as the *soliferreum* from the Iberian Peninsula, as it has a similar typology. An experiment will be carried out in which we will first look for the optimum way to throw the piece, using different techniques. We will then analyse the maximum distance that the piece is able to travel, and finally we will discuss the role played by the bulge in the piece, in order to clarify whether it is a handle or has some other type of use. In addition, the aim is to clarify the importance of these pieces for the aboriginal Canary Islanders and whether they were a common tool or something reserved for prestigious figures, as well as the number of pieces that each individual would carry.

**Keywords:** banot, javelin, Canarian aborigines, functional analysis, ethnoarchaeology

## INTRODUCCIÓN

Esta pequeña investigación versará sobre una de las piezas arqueológicas de los aborígenes canarios que guardan más misterio en cuanto a su utilización y presencia en las diferentes sociedades aborígenes canarias. Las Islas Canarias se sitúan en la costa occidental africana formando parte de la Macaronesia, un conjunto de archipiélagos situados en esta zona entre los que se encuentran, Madeira, Azores, Cabo Verde, las islas Salvajes y las Canarias. Solamente, éstas últimas fueron las únicas en contar con una población estable y fija hasta la colonización europea. La teoría principal de llegada de los aborígenes habla de un asentamiento continuo desde el siglo V a. C., con algunos yacimientos recientes retrasando las cronologías hasta el siglo X a. C.

Por la naturaleza volcánica de las islas Canarias, existe una notable falta de elementos metálicos, por los que se ha considerado a los aborígenes tipológicamente como una sociedad neolítica, pero tendrán claros rasgos de sociedades protohistóricas, donde hay una organización social clara y la posible existencia de un lenguaje escrito relacionado con el mundo bereber continental. En su estructura general, solo se mantiene registro de lo que habría sido la sociedad en las islas de Gran Canaria y Tenerife, que serán similares en algunos aspectos (González y Tejera, 1990:75). En Gran Canaria se observa un cacicato centralizado similar a la organización que se da en Hawái. Mientras que en Tenerife no se observa esa centralización, pero si existirá un cacicato, donde no parece existir una nobleza que sea dueña de tierras, ganadería ni otros medios de producción, sino que habrá diferentes menceyatos independientes. La organización de estos cacicatos también varía de isla a isla. En Tenerife se da una estructura de grados de interés y lazos familiares en función de la distancia genealógica que exista con el *Mencey* (fig. 1). En Gran Canaria el sistema es más complejo, aunque se siguen tomando en cuenta

estos factores de cercanía al Guanarteme, también se presenta la idea de una nobleza hereditaria, una separación del poder político y económico, así como de clases dependientes. La complejidad de la sociedad en esta isla se debe a la presencia de cultivos de regadío, que provocan el surgimiento de grupos locales arraigados a la tierra. En el resto de las islas no existe una definición social clara, pero si hay indicios de sociedades organizadas, como alineaciones astronómicas utilizadas a forma de calendario para organizar diferentes actividades agrícolas o religiosas, como puede ser el ejemplo de las alineaciones de la montaña de Guenia en Lanzarote.



**Figura 5:** el Mencey Tinerfe con un banot (fotografía de Frank Müller para Wikimedia, 2007)

En cuanto a sus actividades económicas, fundamentalmente se basan en la agricultura, pesca y ganadería, siendo la más importante esta última. La importancia de la agricultura será diferente en cada isla, así en Gran Canaria con la existencia del regadío, junto a otras plantaciones de secano parece ser la fuente de obtención de alimentos

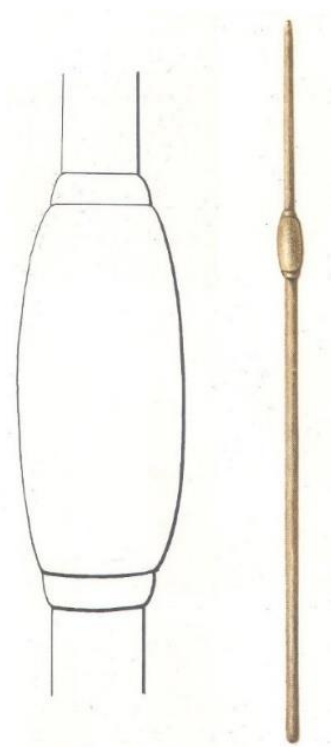
principal (González y Tejera, 1990:112). Mientras que en otras islas parece que la agricultura tiene menor peso frente a la ganadería. En islas como Tenerife el ganado y los guanches tendrán una relación íntima, ya que dependerán casi al completo de estos para su alimentación, además la agricultura será mucho más rudimentaria. Así lo que marcará el estatus social también será la posesión de ganado, que en su gran mayoría serían cabras y ovejas. La mayoría de las disputas entre los guanches se dará por robo de ganado o invasión de pastos. Siendo aquí donde entra en juego el banot, ya que se cree que podría haber sido una herramienta del pastor utilizada para defenderse o atacar en situaciones como estas. También, se cree que pudo tener un uso como arma de caza, ya que a parte del ganado y agricultura se sustentarían con la caza pequeños mamíferos y algunas aves.

En base a todo ello, se estudiará su posible uso como jabalina, analizando las diferentes referencias históricas, piezas similares y remanentes que quedan en la sociedad canaria para descifrar su forma de uso.

### **El banot: Fuentes Históricas**

Para definir esta arma utilizada por los aborígenes canarios existen varias fuentes contemporáneas a la conquista de la corona de Castilla que nos brindan algo de información sobre su uso y forma, así como previas a este evento. Gracias al trabajo de arqueólogos como Luis Diego Cuscoy, director del Museo de la Naturaleza y el Hombre de Tenerife, que en sus artículos da a conocer esta problemática en cuanto a la naturaleza del banot y recopila en ellos testimonios de diferentes cronistas y poetas para intentar encontrar una definición para este elemento. Uno de los testimonios que expone será el de Azurara, que en sus crónicas de viajes a Tenerife y La Palma explica que se emplearía la lanza sin dar más detalle. Para el caso de Tenerife se cita a Torriani que en sus crónicas dice que los aborígenes dispondrían de lanzas tostadas y de dardos que se asemejarían al

*pilum* romano. Será quizás el testimonio recogido por Cuscoy del cronista Alonso de Espinosa (Cuscoy, 1986:740) el que escriba algo con más claridad sobre su uso, definiéndolo como un arma ofensiva con una muesca en la punta y con “*dos manzanas*”, parecido al de la figura 2, que usarían como asidero para proporcionar más fuerza al golpe. Con estas lucharían cuerpo a cuerpo una vez hubieran acertado la distancia. Siendo este testimonio el único que realiza una descripción del arma, su uso y su nombre correcto.



**Figura 6:** detalle del banot (Mederos Martín, 2017)

Consultando otras obras, Cuscoy destaca que en los poemas de Antonio Viana aparece la visión de que el banot sería un arma arrojadiza, “*Mal saben que el banot que aquesta mano / cual furibundo rayo al ayre arroja*”(Cuscoy, 1986:742).

Durante los siguientes siglos, los esfuerzos por recopilar la historia de las armas de los aborígenes se vuelven confusos y enrevesados, no aportándose ninguna definición clara y exacta, ya que solo se conforman con enumerar las piezas dando detalle de la materia en la que están construidas, como el caso de Viera y Clavijo que describe una

sala llena de armas y las clasifica según su isla de origen. En esta lista se puede garantizar que el término banot aparece tanto en Tenerife como en La Gomera, aunque en la segunda se la define como un garrote de guerra (Viera y Clavijo, 1983). En la obra de Sabine Berthelot se escribe que el banot será un arma extendida a todo el archipiélago, aunque sea este mismo el que confunda un banot incompleto, al que le falta una mitad del cuerpo, y una añepa como la misma cosa en obras posteriores, dándoles a ambos la calidad de bastones de mando (Berthelot, 1978: 121-153). Y como último testimonio se presenta la obra de René Verneau en la que vuelve a dar una definición como la de Espinosa, así como un desglosado de las armas por islas en la que se vuelve a decir que el banot es natural de El Hierro y Tenerife, y donde se clasifican como lanzas (Verneau, 1981:39-39). Por lo tanto, se puede llegar a la conclusión de que los banoes podrían tener dos funciones diferentes dependiendo del rango de la lucha o la caza: cuerpo a cuerpo, utilizando el abultamiento como asidero; o si las fuentes son verídicas, también tendría un uso a modo de jabalina. A mayores existirían armas similares con la misma función por todo el archipiélago recibiendo diferentes nombres.

Por otra parte, se han realizado estudios antropológicos en restos humanos de aborígenes en los que se ha relacionado la hipertrofia de la cresta del supinador y la exostosis o crecimiento anómalo del hueso entre diferentes cavidades sigmoideas del olécranon, o la parte del cúbito que se ahueca en el extremo inferior con el lanzamiento de banoes (Rodríguez y Martín, 1988:129).

### **El banot: Soliferreum y banot**

Para entender mejor esta pieza muchos autores hacen referencia al *soliferreum*, un arma prerromana peninsular, que tomará la función de lanza con un alcance corto. Era una pieza de metal forjado, que oscilaba entre los tamaños de 160 cm y 223 cm, con unas

puntas que iban hasta los 17 cm seguidos por unos asideros. Estos últimos recuerdan, por no decir que son iguales, a los que aparecen en los banoes, apareciendo tipologías comunes entre ambas piezas (Sanz, 1993:165). Lo que puede hablar de contactos prehispánicos e intercambios culturales de los aborígenes canarios con otras sociedades. Son varias las claves que apuntan hacia este contacto, no solo por la tipología de las armas, sino por el hecho de que los aborígenes imitan la dureza del hierro mediante el tueste de las piezas. Aunque para el caso del archipiélago se observa que las lanzas, de media, tendrán una menor longitud, influenciado también por la menor estatura de los aborígenes (los varones, en Tenerife y Gran Canaria, la estatura media de 1,64 m) (González y Tejera, 1990:72).

### **Etnoarqueología: El banot**

Tras la finalización de la conquista en 1496 y la consecuente ocupación de la Corona de Castilla, la vida de los aborígenes y su cultura desaparecería lentamente, aunque los pastores aún conservarían los modos de vida aborígenes, ya que el pastoreo se mantendría como el principal modo de subsistencia de aquellos que no fueran vendidos al exterior, manteniendo incluso la estacional e los pastos de la época prehispánica (González y Tejera, 1990:99-102). Por consiguiente, se mantuvieron algunas de las herramientas del pastoreo, como pueden ser lanzas, varas o latas. Estas herramientas serán básicamente todas las misma, un gran palo de madera que oscilaba entre los 3 y 2 metros con una punta de hierro, con la función de asistir en el movimiento al pastor para esquivar y sortear grandes desniveles. Ésta ya existiría en época prehispánica, aunque sin la presencia de las puntas de hierro, y se encontraría en los ajuares domésticos de pastores junto con palos curvos utilizados para dirigir al ganado (Cuscoy, 1961).



Así llegan hasta la actualidad costumbres como el *palo canario*, en el que dos pastores se enfrentan con dos palos sin llegar a hacer nunca contacto físico directo, un juego muy similar a la esgrima con palos egipcios. Con este juego surge otra confusión, y es que este recibe el nombre de *banot*, pero la vara que se utiliza en la actualidad no tiene ningún rasgo tipológico en común con lo que se ha venido hablando hasta ahora, siendo solamente una vara que oscilará entre los 150-180 cm sin engrosamiento y sin punta. En los registros históricos las fuentes, como Torriani (Castro, 2009: 72)), hacen referencia a la existencia de este juego, pero sería practicado con el magado, una vara con un abultamiento similar al banot, pero corta y en forma de maza que en islas como Gran Canaria irían unidas a la nobleza. Aunque, cabe la posibilidad de que, si fuera un enfrentamiento no programado, en el que se terminara por cerrar las distancias es probable que también se utilizará el banot en este tipo de encuentros.

Fuera de estos contextos no se conserva el uso de ningún tipo de jabalina que pueda responder a un banot como se ha venido definiendo, pero sí se puede obtener, tanto de las fuentes históricas como del registro arqueológico es que los pastores contarían con varias herramientas que serían especializadas para funciones concretas, que con el paso del tiempo se irían olvidando o simplificando, creando esta amalgama de significados y tipologías que se confunden unas con otras, llegando la confusión hasta nuestros días.

## **ELABORACIÓN DEL BANOT**

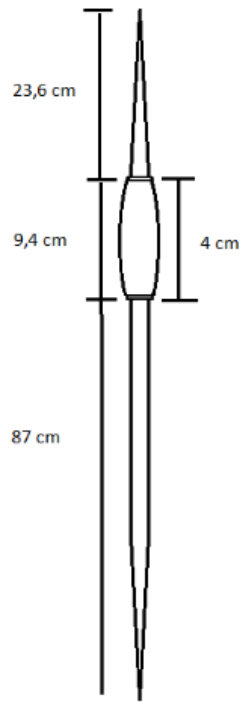
### **Materiales**

Para elaborar el banot objeto de la experimentación se utilizó una vara de madera de pino marítimo de 120 cm, ya que es una de las maderas que más se parece a las que tendrían los aborígenes (Cuscoy, 1961). El engrosamiento, con la finalidad de comprobar

su funcionalidad, será una pieza separada de madera del mismo tipo con el doble de diámetro que la base. Las medidas de este banot se basarán en aquellas obtenidas de una pieza que se encuentra expuesta en el ayuntamiento de la Orotava (Cuscoy, 1986:754). Parece guardarse cierta simetría a la hora de posicionar este abultamiento dependiendo de la longitud del banot. Así se situarán siempre a la altura que garantice que exista un metro de distancia desde el final del abultamiento hasta el final de la pieza.

### **Elaboración**

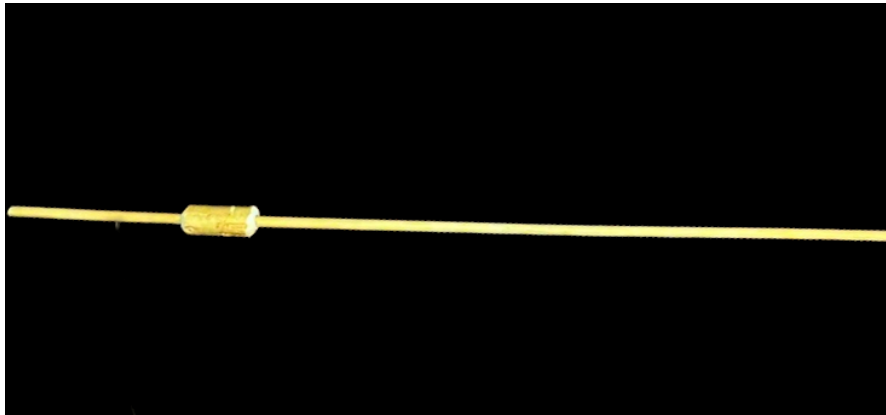
Una vez reunidos los materiales, se miden todos de acuerdo con el croquis (fig. 3) y se cortan a su respectiva medida. El engrosamiento se conseguirá mediante la utilización de un taladro con el que se crea una apertura en el centro aproximado de la pieza (fig. 4). Una vez hecho, esto se lima el interior para poder introducir la base cómodamente. Para realizar la base se endereza la pieza lo justo, ya que un acabado demasiado perfecto sería poco realista. Se consigue el efecto deseado humedeciendo la pieza y luego aplicando fuerza, mediante un sargento durante un período de tiempo continuado. Con todas las partes listas se hace un primer montaje para comprobar que todas las partes encajan (fig. 5).



**Figura 3:** croquis de la réplica del Banot basada en la representación de Cuscoy  
(Cuscoy, 1986:774)

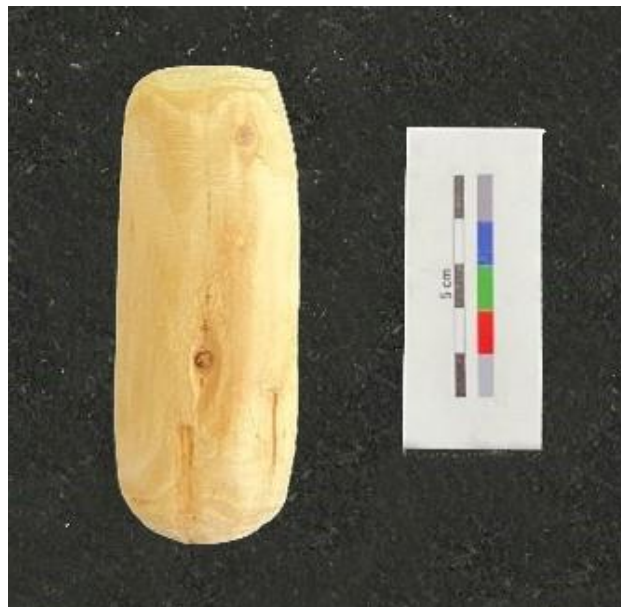


**Figura 4:** agujereado

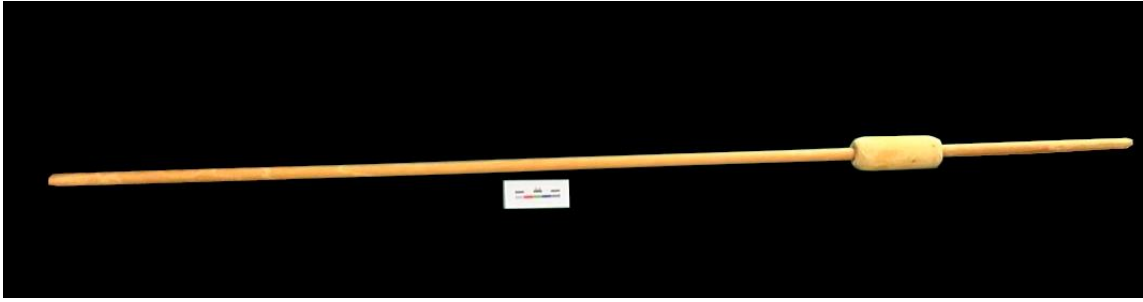


**Figura 5:** primer montaje

En el siguiente paso se empleará una lijadora de banda para redondear, dar el diámetro necesario y centrar el engrosamiento, y darle forma a la punta. Con esta herramienta también se reducirá la parte posterior para que tome la misma forma del croquis (figs. 6 a 9).



**Figura 6:** engrosamiento lijado



**Figura 7:** engrosamiento y base



**Figura 8:** parte posterior redondeada

En cuanto al engrosamiento, se le intenta dar la forma más redondeada posible. Finalmente, el abultamiento se mantendrá en la posición deseada empleando un pequeño pedazo de cuero que asegurará la pieza evitando que se mueva antes, durante y después del lanzamiento, añadiendo un peso mínimo que puede ser obviado. Quedando la distribución de pesos como se muestra en la Tabla 1.



**Figura 9:** punta afilada

Es importante recalcar que el resultado no es perfecto, es decir, que no será una vara perfectamente recta, ni se encontrará el engrosamiento centrado a la perfección, ya que se pretende parezca lo máximo a las evidencias arqueológicas encontradas, y en muchas de ellas se observan estas dos características, una base irregular y un engrosamiento ligeramente descompensado (fig. 10).



**Figura 10:** utensilios de apoyo y mando guanches (*GEVIC, s.f.*)

## **EXPERIMENTACIÓN Y METODOLOGÍA**

Los experimentos realizados están orientados a medir la funcionalidad y rendimiento del banot en su uso como jabalina en relación con la variable que otorga la pieza del engrosamiento según se ubique a lo largo de la vara. Para controlar ese factor se usará en todo momento la misma base y engrosamiento, solamente se irá modificando su posición a lo largo de la jabalina. Así, se pretende registrar el rendimiento de este artefacto en base a la distancia recorrida, aunque primero se experimentará con la forma de lanzamiento de este tipo de jabalina.

### **Forma de lanzamiento**

Como ya se ha discutido de acuerdo con algunas fuentes históricas contemporáneas, los aborígenes utilizarían como asidero el abultamiento para su uso como lanza. Para su uso como jabalina no se ha encontrado ninguna fuente contemporánea ni etnográfica que explique si tenían algún estilo de lanzamiento en particular, solo se han encontrado fuentes modernas que hablan de un lanzamiento desde el asidero (Rodríguez y Martín, 1988:130). Para determinar la forma en la que se utilizaría se experimentará lanzando la pieza desde el asidero, luego desde la zona media y por último, desde la zona trasera de la pieza. Se realizarán 20 lanzamientos con un ángulo y fuerza similares en cada uno de los intentos. Considerando un lanzamiento estable cuando la pieza no gire en el aire y siga una trayectoria coherente. Los resultados de este experimento se encuentran en la Tabla 2.

Gracias a esta experimentación se determina que la pieza es más eficiente cuando se lanza desde la parte posterior, consiguiendo un mayor porcentaje de lanzamientos estables. Destacando que el lanzamiento desde el asidero es la peor forma

estadísticamente, ya que apenas hay estabilidad y, además, se le confiere una fuerza menor al banot haciéndolo ineficaz, tanto en relación con la distancia como a su posible uso como arma arrojadiza. Por lo tanto, cabe suponer que el abultamiento cumpliría su función como asidero si el portador se encontrase en una situación de lucha cuerpo a cuerpo y cuando se utilizase como jabalina, se lanzaría desde la parte posterior ya que desde esta posición se consigue el mayor número de lanzamientos estables, y el abultamiento actuaría solamente como contrapeso.

### **Distancia**

Este experimento se ha diseñado para comparar la distancia máxima que recorre el banot, lanzado sin abultamiento y moviéndolo a lo largo de la pieza. El objetivo es demostrar la funcionalidad del abultamiento como contrapeso y que la posición de este tendría un sentido estratégico funcional.

Al igual que el experimento anterior se lanzará el banot 20 veces, con un ángulo y fuerza similar en cada intento, moviendo el abultamiento en incrementos de diez centímetros. La posición inicial se encuentra señalada en el croquis, situada a 23,6 cm de la punta del arma, la cual se denominará zona 1. La siguiente zona estará situada 10 cm más atrás, a unos 33,6 cm de la punta, y será la zona 2. Y, por último, la zona 3 se encontrará 43,6 cm de la punta del banot. De esta forma se obtendrá una visión y comprensión completa de cómo afecta la posición y el contrapeso a lo largo de la pieza.

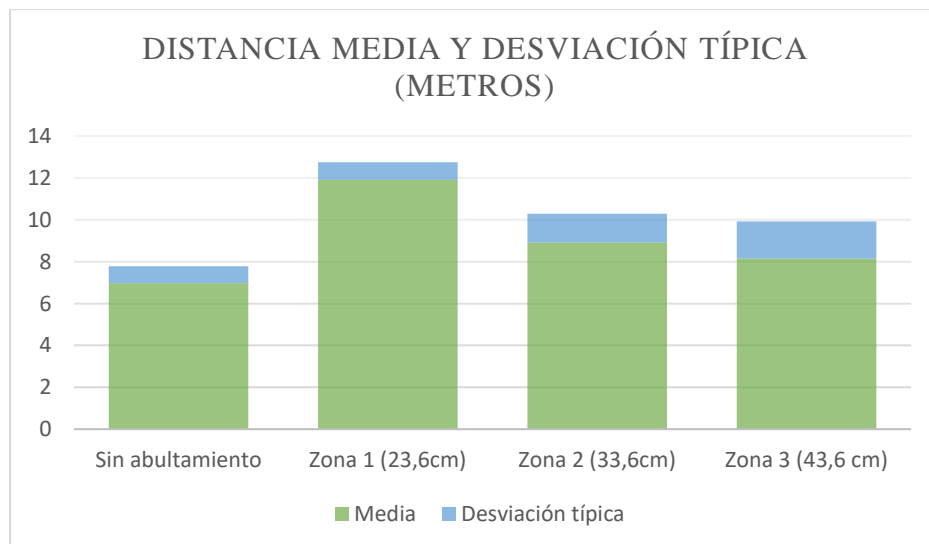
La prueba se ha desarrollado en un lugar resguardado del viento, y marcando el área de lanzamiento con una cinta métrica de 30 metros, para poder medir la distancia que alcanza el proyectil (fig. 11). Además, se medirá el número de lanzamientos estables necesarios para tomar las 20 mediciones, cuyos datos están recogidos en la Tabla 3.





**Figura 71:** zona del experimento

Así pues, los resultados para cada lanzamiento están reflejados en las Tablas 4 a 7, siendo comparados en la siguiente gráfica:



Con este experimento se verifica que el banot con el abultamiento en el lugar que indican las fuentes es el más estable, consiguiendo en un 83,6% de los casos un lanzamiento estable. Además de ser el que menor desviación presenta en los resultados de la prueba de lanzamiento.

En cuanto al resultado general, se observa que la pieza empeora su rendimiento visiblemente a medida que se mueve el abultamiento. Esto es debido a que se retrasa el centro de gravedad de la pieza produciendo que el banot tienda a girar sobre sí mismo en muchos de los lanzamientos, consiguiendo solo un 54% y 46% de lanzamientos estables. Los casos en los que sucede un lanzamiento satisfactorio no son representativos ya que tanto como para la zona 3 como para la 4 se obtiene una desviación típica mayor de la unidad. Por lo tanto, la colocación del abultamiento en esta zona da como resultado un banot completamente inestable y poco preciso. Aunque se consigue en algunas ocasiones igualar la distancia máxima de la zona 1, se trata de unos resultados inconsistentes que no se deberían de tomar como indicadores.

La comparación más interesante resulta en el banot sin ningún tipo de abultamiento y con este en la zona 1. Mientras que para la primera la pieza es relativamente estable, consiguiendo lanzamientos buenos en un 62,5% de los casos. Al añadir el abultamiento se observa como este rendimiento aumenta en un 24,46%. Sumado a esto el adelantamiento del centro de gravedad unos 20 cm y el peso extra de 46 gramos resultan en un vuelo mucho más estable y que dobla la distancia de lanzamiento. Mostrando unos resultados constantes, consiguiendo que casi todos los intentos se encuentren cerca de los 12 metros. Teniendo que con un gasto material relativamente pequeño se consigue doblar el rendimiento de la pieza, sin añadir mucho peso.

## DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Ante los resultados de la primera experimentación se puede decir que los banoes podrían realizar una función similar a los soliferreum en cuanto a que son jabalinas pesadas y cortas que recorren distancias pequeñas. Así pues, la pieza utilizada en la experimentación corresponde a uno de los registros de banot más pequeño que se ha encontrado, quedando hueco para otras experimentaciones con piezas más grandes, además, de comprobar si esta tendencia se mantiene en estos banoes de mayor envergadura. Asimismo, resultaría ideal para próximas investigaciones que se pudiera contar con una persona con habilidades y experiencia en el contexto del lanzamiento con jabalina para obtener unos resultados más precisos.

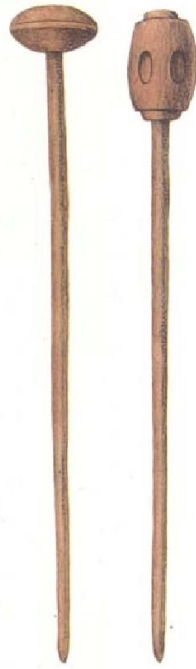
Los resultados correspondientes a la segunda experimentación aclaran la hipótesis sobre la funcionalidad del abultamiento en caso de usarse el banot como jabalina. Se ve claramente que existiría una intención premeditada de realizar ese abultamiento de tal forma que el centro de gravedad de la vara esté más adelantado de lo normal, cerca de la punta. Esta posición se corresponde con las jabalinas modernas ya que esto brinda mayor estabilidad facilitando un vuelo más largo y estable. Este punto queda respaldado con la investigación llevada a cabo, viendo como el banot dobla la distancia que recorre de otras formas (ahora 12 m siempre) y aumenta el porcentaje de lanzamientos estables. Asimismo, se ha comprobado que si se mueve este centro de gravedad más allá de los 50 cm el arma se vuelve completamente inestable donde el abultamiento solo hace empeorar su rendimiento y estabilidad.

Estos resultados no implican que el arma solamente tuviera esa única función, ya que como se ha discutido con anterioridad, algunas fuentes hablan tanto de su uso como lanza como parte del juego del palo canario. En cuanto a su uso en este juego, aunque el

banot sea significativamente más corto que los que se usan en la actualidad, las variedades más alargadas de este se podrían llegar a usar y el abultamiento actuaría con una función similar al de la lanza, es decir, como un asidero que permitiría imponer una mayor fuerza en el golpeo.

Lo que sí se puede descartar completamente es el uso del abultamiento como asidero y zona de lanzamiento a la hora de su uso como jabalina. Con la primera experimentación se observó que resultaría casi imposible obtener una fuerza de lanzamiento lo suficientemente grande como para que el banot tuviera un vuelo estable, y en las contadas ocasiones que se dio un vuelo estable fue demasiado corto y con una fuerza en impacto deleznable. Por tanto, se vio que la forma más óptima desde una zona intermedia desde la finalización del abultamiento hasta el final de la pieza. Cuando se realicen experimentaciones futuras con piezas de mayor tamaño, cabe la posibilidad de que se comience a realizar un lanzamiento muy similar al de las jabalinas modernas al contar con más espacio.

En cuanto a su presencia en la sociedad aborigen canaria, hay que recurrir al yacimiento de una finca conocida como “El Campanario” en Guía de Isora en la isla de Tenerife (Cuscoy, 1986:34). En ella se halló lo que se ha definido como una cueva habitacional donde aparecieron diferentes armas y herramientas aborígenes. Entre ellas se encuentran dos cayados, bastante toscos ya que serían piezas de uso a diario (Rodríguez y Martín, 1988:129), pero sí que se observa que serán de diferentes tamaños. Junto a estas aparecen dos añepas, o bastones de mando, que al igual que los cayados aparecen en diferentes tamaños. Y junto a estos pares de herramientas aparece lo que se podría clasificar como un banot partido por la mitad similar al de la figura 12, faltándole a este la parte de la punta, pero rompe la tendencia del yacimiento al aparecer solo una unidad.



**Figura 12:** bastón de mando y banot incompleto (Mederos Martín, 2017)

De este yacimiento se puede llegar a la conclusión de que los aborígenes contarían con piezas de diferentes tamaños, para adaptarse al medioambiente, y que la persona a la que perteneciera este conjunto sería alguien de gran importancia en la sociedad, por las dos añepas encontradas, lo que podría indicar que la categoría social daría acceso a diferentes herramientas. Además, por el estudio de la sociedad aborígen se conoce que existirían diferentes tipos de pastor, habiendo uno sin rebaño propio que se haría cargo del de otra persona. Habrá un pastor independiente que no necesitará de mano de obra externa, y otros que tengan un gran rebaño y precisen de ayuda externa (González y Tejera, 1990: 135). El primero tendría acceso a un número de herramientas más limitadas, teniendo piezas para ayudarse en la movilidad como la lata, siendo de un tamaño variable según el terreno sea más abrupto o menos. El segundo tendría acceso al mismo número de piezas, o menos y el tercero tendría una cantidad de herramientas similar, pero con la inclusión de las añepas. En cuanto al banot sería posible que se encontrará presente en todos los tipos de pastores, y sería lógico pensar que todos contarán con algún tipo de

herramienta ofensiva, ya que la mayoría de los encuentros violentos se daban por asuntos de robo de ganado y pastos (González y Tejera, 1990: 137). Además, si se confirma que los banoes amplían su distancia de tiro con el tamaño, también se podría llegar a tener varias piezas, siendo un equipo de un pastor de cierto estatus social similar al de la figura 13.

En cuanto al banot incompleto encontrado en esta zona se podría relacionar con la zona arqueológica de Aripe situada barranco arriba con respecto al yacimiento de El Campanario. En ella se encuentran seis grabados donde se representan enfrentamientos entre supuestos guerreros, en los que parece se refleja el uso de la jabalina como arma (Gobierno de Canarias: consejería de educación, universidades y deporte, s.f.). En base a esto, cabría la posibilidad de que, si hubiera existido este enfrentamiento, se utilizase como tal y se rompería al clavarse en un enemigo, recordando que tendrían una muesca diseñada para esto, y se hubieran quedado con la pieza como una especie de trofeo. Ya que, si se tratase de un banot, qué sentido tendría quedarse con una pieza que habría perdido su utilidad. Además, que apareciese junto a las añepas, se podría entender como un elemento de prestigio que probaría al líder en batalla, obteniendo más peso en la sociedad. Por lo tanto, el banot tendría su función pastoril y de defensa, como social, para implantar el miedo o respeto en el resto de la sociedad.

Para completar esta experimentación sería interesante poder realizar pruebas que midan la velocidad que alcanzan los banoes de diferente tamaño y la energía o fuerza con la que estos llegarían a impactar. El objetivo de ello sería conocer su eficacia a la hora de cazar o de defenderse de otros individuos, y si realmente se rompería causando lesiones más graves.

## Tablas

Pieza	Pesos
Abultamiento	0,046
Base	0,11
Total	0,158

**Tabla 1:** distribución de pesos en el banot

	Lanzamientos	%
Asidero	7	35,00
Zona media	13	65,00
Zona posterior	18	90,00

**Tabla 2:** porcentaje de tiro satisfactorio sobre 20

	nº de tiros	%
Sin Peso	32	62,50
Zona 1	23	86,96
Zona 2	37	54,05
Zona 3	43	46,51

**Tabla 3:** número de tiros necesarios para llegar a 20 lanzamientos estables con el abultamiento en diferentes Z

Sin abultamiento																				
Intento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Distancia	7,9	6,1	8,3	5,9	7,7	7,2	6,5	7,26	7,5	6,8	7,3	6,23	5,3	8,2	5,8	7,9	6,5	7,1	6,7	7,24
Media	6,9715																			
Desviación	0,815838679																			
Pto. Equilibrio	64 cm																			

**Tabla 4:** resultados lanzamiento sin abultamiento

Zona 1 (23,6 cm)																				
Intento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Distancia	11,30	11,90	10,90	13,30	11,42	11,20	12,15	12,30	11,90	12,60	13,20	11,80	13,70	12,10	10,80	11,20	12,40	11,42	10,50	12,20
Media	11,9145																			
Desviación	0,835436862																			
Pto. Equilibrio	42 cm																			

**Tabla 5:** resultados del lanzamiento con abultamiento en zona 1

Zona 2 (33,6 cm)																				
Intento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Distancia	7,2	8,9	7,3	9,2	11,1	8,4	8,3	10,5	7,9	8,2	8,3	7,7	11,5	9,1	7,9	10,3	8,1	7,2	9,5	11,6
Media	8,91																			
Desviación	1,374372584																			
Pto. Equilibrio	54 cm																			

**Tabla 6:** resultado del lanzamiento con abultamiento en zona 2



Zona 3 (43,6 cm)																				
Intento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Distancia	7,3	8,3	9,6	6,32	8,2	8,33	6,1	10,2	7,1	9,8	6,2	7,6	7,1	7,3	7,8	12,8	6,5	8,2	6,7	11,6
Media	8,1525																			
Desviación	1,772937887																			
Pto. Equilibrio	70 cm																			

**Tabla 7:** resultado del lanzamiento con abultamiento en zona

## BIBLIOGRAFÍA

- BERTHELOT, S. (1978): *Etnografía y anales de la Conquista de las Islas Canarias*. Sta. Cruz de Tenerife: Ediciones Goya.
- CASTRO NUÑEZ, U. S. (2009): “Los juegos y deportes tradicionales de Canarias; una realidad social y cultural del siglo XXI”. En E. X. Dueñas Pérez (coord.): *Jokoak, kirolak eta folklore-ikerketak: Jardunaldiak*, Basauri, 2008: pp. 67-91.
- CUSCOY, D. L. (1961): “Armas de madera y vestidos del aborigen de las islas Canarias”. *Anuario de Estudios Atlánticos*, 7, 499-536.
- CUSCOY, D.L. (1986): “El "banot" como arma de guerra entre los aborígenes canarios (Un testimonio anatómico)”. *Anuario de estudios Atlánticos*, 32, 733-784.
- de ESPINOSA, F. A. (1967): *Historia de Nuestra Señora de Candelaria*. Sta. Cruz de Tenerife: Goya ediciones.
- GEVIC (s.f.): *Utensilios de apoyo, mando y armas*. Obtenido de Gran Enciclopedia Virtual de las Islas Canarias: [https://www.gevic.net/info/contenidos/mostrar\\_contenidos.php?idcomarca=-1&idcat=2&idcap=10&idcon=2095](https://www.gevic.net/info/contenidos/mostrar_contenidos.php?idcomarca=-1&idcat=2&idcap=10&idcon=2095)
- GOBIERNO DE CANARIAS: consejería de educación, universidades y deporte. (s.f.). *Zona arqueológica de "Aripe"*. Obtenido de Bienes de Interés Cultural: <http://www.gobiernodecanarias.org/cultura/patrimoniocultural/bics/index.html?bic=true&cod=231>
- GONZÁLEZ ANTÓN, R. y TEJERA GÁSPAR, A. (1990): *Los aborígenes canarios: Gran Canaria y Tenerife*. Colegio Universitario de Ediciones Istmo.

- MEDEROS MARTÍN, A. (2017): “Los límites del menceyato de Taoro (Tenerife, Islas Canarias) y el emplazamiento de la cueva del mencey”. *Anuario de estudios Atlánticos*, 63, 1-43.
- RODRÍGUEZ MARTÍN, C. y MARTÍN OVAL, M. (1988): *GUANCHES: Una historia bioantropológica*. Santa Cruz de Tenerife: Museo Arqueológico de Tenerife.
- SANZ, F. Q. (1993): “Soliferrea de la Edad del Hierro en la Península Ibérica”. *Trabajos de Prehistoria*, 50, 159-183.
- VERNEAU, R. (1981): *Cinco años de estancia en las islas Canarias, traducción de J. A. Delgado*. La Orotava.
- VIERA Y CLAVIJO, J. (1983): *Noticias de la Historia General de las islas Canarias (tomo 3)*. Sta. Cruz de Tenerife: Goya Ediciones.

## **SEGAR CON BARRO: LAS HOCES DE LA ANTIGUA MESOPOTAMIA**

### ***MOWING WITH CLAY: THE SICKLES OF ANCIENT MESOPOTAMIA***

**Ezequiel Ignacio García-Municio de Lucas<sup>10</sup>**

#### **RESUMEN**

Cuando la vida empezó a cambiar de nómada a sedentaria se hizo necesario crear nuevas herramientas. Uno de los primeros instrumentos relacionados con esta nueva vida sedentaria fueron las hoces para recolectar las semillas salvajes. Así, la fabricación de estos objetos se ajustó en cada lugar al material disponible y es posible que tuvieran una construcción diferente según la zona. Mesopotamia fue uno de los lugares donde se produjo este avance, y donde se han documentado ejemplos realizados en barro/cerámica. Este ámbito es el que se ha tomado como base para desarrollar la experimentación sobre hoces de barro: proceso de elaboración, rendimiento de las mismas, y los resultados obtenidos.

**PALABRAS CLAVES:** Mesopotamia, hoces, barro, cerámica, agricultura

#### **ABSTRACT.**

When life began to change from nomadic to sedentary, it became necessary to create new tools. One of the first instruments related to this new sedentary life were the sickles to collect the wild seeds. Thus, the manufacture of these objects was adjusted in each place to the available material and it is possible that they had a different construction according to the area. Mesopotamia was one of the places where this advance occurred, and where

---

<sup>10</sup> Universidad Autónoma de Madrid.

examples made in clay/ceramics have been documented. This is the area that has been taken as a basis to develop experimentation on mud sickles: processing process, their performance, and the results obtained.

**KEY WORDS:** Mesopotamia, sickles, clay, pottery, agriculture

“La primera revolución que transformó la economía humana dio al hombre el control sobre su propio abastecimiento de alimentos. El hombre empezó a sembrar, a cultivar y a mejorar por selección algunas hierbas, raíces y arbustos comestibles.”

Gordon Childe (1996:85)

## **INTRODUCCIÓN**

Cuando hace miles de años los grupos humanos empezaron empezó a abandonar la vida nómada de cazador-recolector y empezaba a dar los primeros pasos como cazador recolector se dio cuenta que necesitaba otros útiles, en el sentido que le da Eiroa (2017:100): “Útil ha de ser un artefacto, es decir, elaborado por la mano del hombre, y no existir antes como tal”. Posteriormente, la progresiva sedentarización le permitiría nuevos usos en sus herramientas y una mayor facilidad para su construcción.

La recolección de frutos o plantas salvajes primero, y la siembra de semillas seleccionadas después, aceleraron la creación de útiles que le facilitaban el trabajo. Los avances en este período fueron lentos y ocuparon centenares de años. La prueba y error en algunas herramientas permitiría decantarse por aquellas que dieran mejor resultado y maximizaran sus rendimientos.

Una de las herramientas necesaria para recolectar los primeros cereales sería aquella que facilitara el corte de las herbáceas. Esta herramienta debía permitir la siega sin perder las semillas de los primeros cereales cuando estaban cercanos a su maduración. Tras la fase recolectora se podría mover la cosecha para su aprovechamiento en su lugar de hábitat.

La fabricación de los primeros artefactos se ajustó en cada lugar al material disponible y es posible que tuvieran una construcción diferente en cada zona. Una de las zonas en las que primero se desarrolló la recolección de forma general y totalmente consciente fue en Mesopotamia. En el este del creciente fértil, en la parte baja de los ríos Tigris y Éufrates, el material más abundante es el barro/arcilla<sup>11</sup>, pero . En esta zona hay escasez de otros materiales (madera, sílex, etc.).

En este trabajo experimental se tratará de fabricar y comprobar el rendimiento de las primeras hoces en la Mesopotamia arcaica. Sobre este tema diferentes trabajos que hablan sobre la experiencia de siega con este tipo de hoces (Benco, 1992; Vandiver *et al.*, 2017) . Con este estudio se pretende responder a las siguientes cuestiones:

- **¿Es posible fabricar hoces solo con arcilla?**
- **¿Permiten estas hoces cortar hierbas?**
- **¿Tienen una duración que las haga rentables?**
- **¿Es posible volver a obtener filo si este se pierde por el uso?**

---

<sup>11</sup> Diversos autores se refieren al material como barro al hablar de la materia prima. En este trabajo debe entenderse el barro como sinónimo de arcilla. Esta acepción está contemplada en el DRAE donde define el barro como: “Material arcilloso moldeable que se endurece por la cocción, utilizado en alfarería y cerámica”

Lógicamente para responder a estas preguntas deberemos tener en cuenta diversas cuestiones previas. Lo primero es conocer algunas referencias académicas en las que se mencione estas herramientas para cerciorarnos que pudieron existir en la antigüedad. Posteriormente se presentarán algunas hoces recuperadas en yacimientos arqueológicos. Con estas premisas seleccionaremos el modelo de hoz que pudo utilizarse en Mesopotamia. A continuación, se fabricará y se comprobará su rendimiento.

Se incluye un apéndice en el que se hace un ejercicio teórico/reflexivo sobre si pudo existir algún útil muy simple que pudiera usarse en la siega circunstancial.

## **¿QUÉ SABEMOS SOBRE HOCES PREHISTÓRICAS?**

### **Documentos bibliográficos**

Diversos trabajos actuales nos hablan de las hoces en la prehistoria. Algunos autores especialistas en la época citan expresamente el periodo Ubeid (4500 a 3750 a. C.) como el periodo más significativo. Seleccionando los más notorios se pueden citar los siguientes:

“En Mesopotamia meridional en el periodo de Ubeid vemos la introducción de un sustituto aparentemente poco plausible, la hoz de arcilla, que sin embargo sobrevive hasta el período de Uruk, y ciertamente tenía la ventaja de que su fabricación era sencilla y barata, con una fuente de materia prima inacabable. En el protodinástico, sin embargo, retornó la hoz compuesta de piezas de sílex. Las hojas de sílex, ahora dentadas, estaban fijadas con betún a un mango de madera. A su vez esta hoz fue sustituida por hoces de cobre, introducidas durante el

protodinástico, que en Ur III o antes ya era la norma” (Postgate, 1999:272).

“En la baja Mesopotamia la piedra, muy escasa, apenas es utilizada excepto en algunos instrumentos agrícolas y determinados ornamentos. Todo lo demás es de arcilla, incluidos los grandes clavos de punta curvada..., las hoces en forma de bumerang que llevan láminas de sílex pegadas con betún, ...” (Roux, 2002:78).

“Los artesanos también ganaron peso, elaborando las susodichas cerámicas, mazas de barro cocido (los *clavos acodados*), hoces de arcilla, etc., acreditando un consumado dominio de las técnicas de cocción” (López, 2015).

“Las excavaciones de El Obeid y otros lugares en el sur de Irak han sacado a la luz herramientas de piedra de estas gentes: azadas, cuchillos, azuelas y útiles de arcilla, como hoces, ladrillos, cerámica pintada y estatuillas” (Mark, 2011).

“En Eridu, niveles 17-15 (ca. 5.000), encontramos ya el Templo tripartito, típico sumerio, también se conoce la irrigación, con un primer ordenamiento de la llanura mesopotámica a nivel local, mediante excavación de acequias que sirven para llevar agua a zonas secas y sobre todo para drenar el agua de las numerosas zonas pantanosas. Utilizan utensilios de piedra y el artefacto-guía más característico, aparte de la



cerámica, es una hoz de barro cocido, un instrumento más barato que las hoces de sílex, para recolección, ya masiva, de cereales” (Tesouro el Obeid).

“5000 a 4000 a. C. ... cultura El Obeid: hoces de arcilla” (Eiroa, 1996:53)

“La cultura Obeid se encuentra bien representada en Eridu y Oueili, lugares en los que encontramos varias de sus características: cerámica Obeid realizada a torno lento, conos y hoces de arcilla, figuritas ofídeas, casas de planta tripartita, una arquitectura pública con nichos y contrafuertes, etc.” (Espejel, 2015:135-149)

Con estos textos podemos certificar que está perfectamente documentada a nivel académico la utilización de hoces en la Mesopotamia arcaica. En algunos de los trabajos se indica que se utilizaron hoces exclusivamente de barro y en otros se menciona también la utilización del sílex. Eiroa y Espejel indican claramente que las hoces fueron fabricadas con barro. Postgate indica que la de sílex fue una evolución de la fabricada con barro.

### **Documentación arqueológica**

Los restos arqueológicos siempre son escasos cuando nos referimos a épocas tan distantes en el tiempo. La conservación es aún más difícil si los mismos están realizados exclusivamente con barro/arcilla.

Con respecto a los restos arqueológicos recuperados y conservados en diversos museos pueden presentarse como representativos los siguientes:



**Figura 1.** Hoz fase Ubaid III y IV del Oriental Institute Museum de Chicago  
(Wikipedia)



**Figura 2.** Hoz de cosecha sumeria, c 3000 a. C. (<https://hmn.wiki/es/Sickle#wiki-6>)



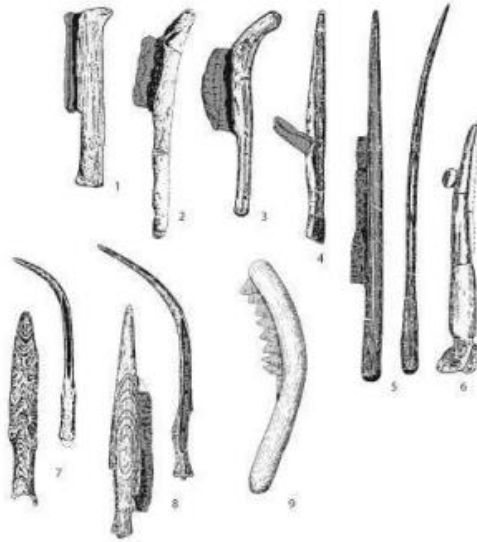
**Figura 3.** Hoz de arcilla mesopotámica (Rients, 2010)



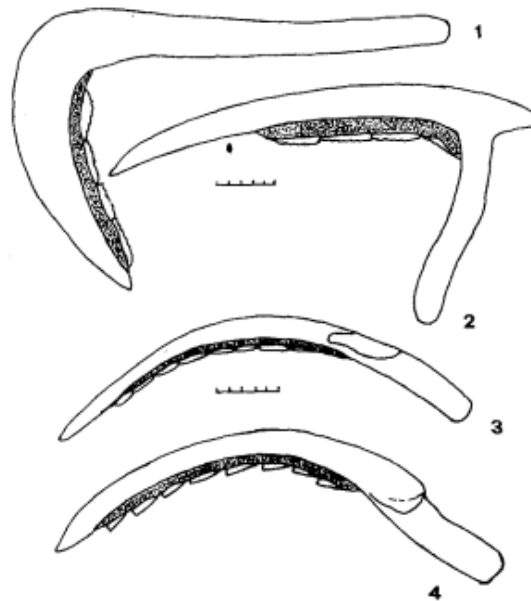
**Figura 4.** Hoz del periodo Ubaid (5500 a 4300 a. C) (American Scientific Mission, 1921)



**Figura 5.** Hoz del museo de Israel (cultura Tahuniana - cueva de Nahal Hemar (c. 7000 a.C.) (<https://hmn.wiki/es/Sickle>))



**Figura 6.** Hoces neolíticas de diferentes yacimientos europeos y Próximo Oriente  
(Gibajabao,2002)



**Figura 7.** Diferentes tipos de hoces prehistóricas (1 Solferino (Bulgaria), 2 Kahun (Egipto), 3 Hacilar (Turquía), y 4 Karanovo (Bulgaria) (Cabanilles, 1985:49)

Estos objetos nos permiten llegar a tener una idea general sobre el tipo de hoces usadas en la antigüedad. Todos son del mismo tipo y están contruidos exclusivamente

con arcilla. Los que ofrecen más detalles son los correspondientes a las figuras 1, 2, 3, y 5 (central). Por esta razón los tomaremos como modelo para realizar nuestro experimento.

## **MATERIALES, ELABORACIÓN Y COCCIÓN**

### **Materiales y fabricación**

El material utilizado para la construcción de hoces es exclusivamente arcilla. El tipo utilizado es el proporcionado por el Laboratorio de Arqueología Experimental y el Aula de Cerámica de la Universidad Autónoma. Ambos materiales son idénticos.

La fabricación de la hoz se ha realizado totalmente de forma manual. Primero se procedió al amasado de la arcilla y posteriormente al modelado siguiendo la tipología de los ejemplares seleccionados. El trabajo de fabricación no reviste ninguna dificultad y puede ser imitado fácilmente por cualquier persona. Únicamente se ha tenido cuidado en presionar lo suficiente para que no queden burbujas de aire en el interior de las hoces. El tiempo de fabricación ha sido de unos 45 minutos por cada ejemplar (no se dispone de experiencia previa en trabajo de arcilla). Se considera que un artesano experimentado rebajaría este tiempo de forma notable.

Se han fabricado cuatro hoces y todas son similares. La razón de hacer cuatro es poder hacer más pruebas y repetir el experimento varias veces, ya que se consideró que hacerlo solo con un ejemplar podía incurrir en defectos no deseados si su fabricación o cocción tenía algún fallo no detectado.

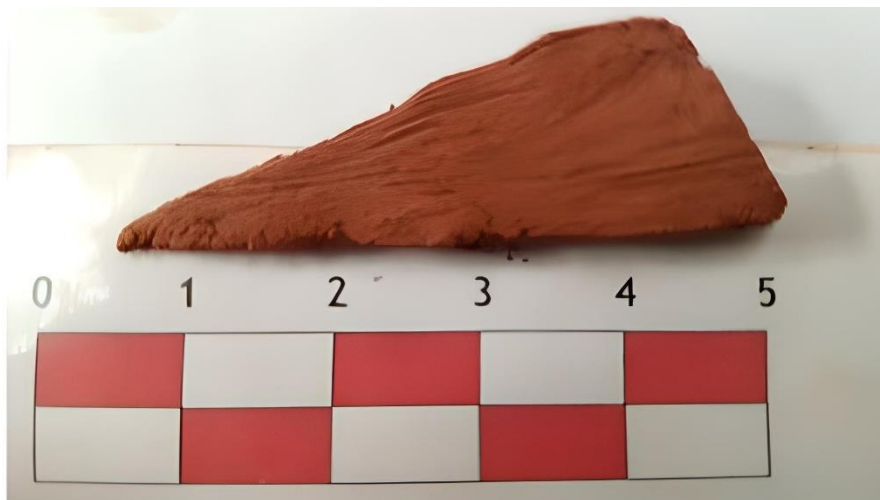
Una vez realizadas las hoces se han dejado secar, de forma natural, en una habitación cerrada, para posteriormente proceder a su cocción. El periodo de secado fue de una semana. Podría haber sido menor si se hubiera realizado en verano o se hubiera procedido al secado en un exterior soleado.

Una vez secas se procedió a su cocción. Dos hoces lo hicieron en el horno del Aula de Cerámica y otras dos en el horno del Laboratorio de Arqueología Experimental. Los hornos hacen una cocción oxidante (con oxígeno). La temperatura alcanzada en el horno fue similar en ambos casos y es la utilizada para cocer cerámica. Aunque al ser fabricadas de forma manual cada hoz es diferente, todas presentan una tipología similar en cuanto a tamaño, peso, forma, composición, etc.



**Figura 8.** Fabricación de hoz de arcilla en el Laboratorio de Arqueología Experimental,

Después de su finalización la sección transversal en la zona de corte de una de las hoces (todas son similares) es:



**Figura 9.** Sección transversal en la zona de corte

Una vez realizada la hoz, se procedió al secado durante varios días. El secado se hizo de forma natural dejando las hoces al aire libre, pero no expuestas al sol, de forma lenta. Cuando estaban perfectamente secas se procedió a su cocción. El resultado final puede verse en la figura 10.



**Figura 10.** Hoces cocidas (A) en el Aula de Cerámica, (B) en Laboratorio de Arqueología Experimental

La realización de cuatro hoces fue para evitar que ante una fabricación o pruebas defectuosas no se pudiera llevar a cabo la experimentación. De esta manera se podrían realizar sucesivas experimentaciones y tener más datos para obtener mejores conclusiones.

La cocción en el Laboratorio de Arqueología Experimental fue una rampa ascendente de temperatura llegando a los 600° grados centígrados en tres horas. En las siguientes dos horas llegó hasta 775° grados (esta fue la máxima temperatura alcanzada). Posteriormente se inició un descenso de temperatura de forma controlada y regular.

La cocción en el Aula de Cerámica se realizó de forma similar. La diferencia fundamental es que se llegó a una temperatura de 1000° C y se mantuvo con esa temperatura durante 15 minutos.

Las hoces cocidas en el Laboratorio de Arqueología Experimental se realizaron de una forma ligeramente más tosca en la superficie de filo. No se realizaron dientes, pero tampoco se pulió el filo tal como se hizo en las otras dos. Estas hoces presentan un aspecto cromático más oscuro y similar al que tenía la arcilla (fig. 10). Tras raspar con una uña en estas hoces se observó una pequeña incisión en las mismas, mientras que en las otras no se produjo ningún rastro.

### **Metodología**

Para tener una referencia en el experimento a realizar y poder compararlos se utilizó en primer lugar una hoz metálica actual (fig. 11)



**Figura 11.** Hoz actual utilizada como testigo

La experimentación con las hoces cocidas en el Aula de Cerámica se realizó en un pueblo de la Sierra de Segovia. Dado que se hizo durante el mes de abril no había aún



cereales próximos a su maduración, por lo que se segaron hierbas secas salvajes similares a los cereales. Estas plantas serían parecidas a la recolección de los primeros cereales salvajes. También se segó hierba verde/forraje. El experimento con las otras dos hoces se realizó durante el mes de mayo en los alrededores de la UAM.

La experimentación se desarrolló haciendo cortes sucesivos en las hierbas secas salvajes y en hierba verde/forraje. La forma de siega fue tal como se hace en la actualidad, con un movimiento claro, adelante y atrás. Las figuras conservadas del antiguo Egipto indican que no ha habido grandes variaciones en esta tarea. El proceso de corte fue continuo hasta obtener algunos resultados significativos.

El experimentador (autor de este trabajo) tiene experiencia en siega con hoces actuales. Con esto puede deducirse que se realizó siguiendo unos patrones mínimos adecuados en lo referente a la forma de siega y en la selección de las plantas a cortar. Este conocimiento elimina algunos posibles defectos o vicios atribuidos a causas ajenas al experimento.

La primera experimentación se realizó con las dos hoces cocidas en el Aula de Cerámica de la UAM. Se tomó como testigo una hoz de hierro actual para comparar.



**Figura 12.** Siega con hoces. (A) hoz actual de hierro (arriba), (B) hoz de cerámica en hierba seca (abajo izquierda), (C) hoz de cerámica en forraje (abajo derecha)

Los cortes realizados con la hoz metálica fueron normales y acordes al resultado esperado. La utilización de la de cerámica dio un resultado aceptable, aunque se notaba que el corte era inferior al de la metálica. Esta circunstancia afecta a que el rendimiento fuera inferior.

Después de realizar una siega durante media hora la superficie de corte de la hoz cocida en el Aula de Cerámica no sufrió mella ni desgaste apreciable (fig. 13).



**Figura 13.** Corte de la hoz (Aula de Cerámica) antes y después de su uso

La misma dinámica de proceso se realizó con la hoz cocida en el Laboratorio de Arqueología Experimental. El resultado tras la siega a nivel macroscópico indica que la zona de corte se suavizó un poco y se produjeron algunas mellas en el filo (fig. 14). No obstante, el resultado, en cuanto a los cortes realizados a nivel general pueden considerarse similares entre ambas hoces.



**Figura 14.** Filo de la hoz (Laboratorio Arqueología Experimental.) antes (izquierda) y después de su uso (derecha)

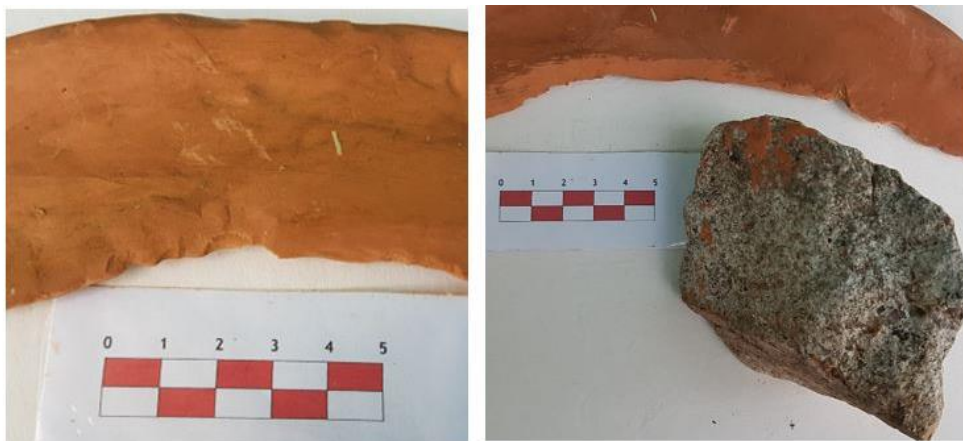
El aspecto del campo tras la siega del forraje puede observarse en la figura 15. En la figura se ve claramente la capacidad de corte de la hoz.



**Figura 15.** Campo de hierba tras la siega

### **Afilado de hoces y resistencia de las hoces**

Tras el uso de las hoces y para verificar que se podían reparar los pequeños fallos en el filo se procedió a su afilado. Solo se realizó en una de las hoces cocidas en el Laboratorio de Arqueología Experimental al ser la que presentaba mayores melladuras. La materia utilizada para esta operación fue una piedra de granito rugosa. El procedimiento fue por abrasión de la piedra contra el filo cerámico. El afilado manual fue muy sencillo y rápido. El material cerámico (hoz) presentaba poca dureza. Tras este proceso, se comprobó la reparación de las pequeñas mellas en la hoz. En la piedra granítica utilizada pueden observarse los restos de cerámica (fig. 16).



**Figura 16.** Filo antes del afilado (izquierda), y después del afilado (derecha)

Ante la sospecha de que esta hoz no tenía la misma dureza que el resto se procedió a realizar un frotamiento con la misma piedra utilizada como afilador en otro material cerámico. El resultado fue sensiblemente diferente. Aunque también permitía afilarla, el número de frotamientos necesarios para producir un desgaste eran superiores y no dejaban tantos restos en el afilador (polvo cerámico).

Al no disponer de material apropiado, ni capacidad técnica para comprobar la dureza de las distintas hoces, se procedió en primer lugar al raspado lateral de la hoz fracturada con un resto de cerámica cocido junto a las hoces del Aula de Cerámica. Posteriormente, se procedió a raspar con la hoz fracturada en el resto cerámico. Esta sencilla prueba está basada en la escala de Mohs que indica que un cuerpo puede rayar a otro más blando mientras que al contrario no ocurre. El resultado de esta prueba puede verse en las figuras 17 y 18.



**Figura 17.** Marca incisa en la hoz al ser rayada con el cuerpo cerámico



**Figura 18.** Marca en el cuerpo cerámico al ser rayado con la hoz

Al rayar la hoz con el cuerpo cerámico se produce una pequeña incisión aproximada de 1 mm de profundidad, mientras que el rayador no sufre ninguna alteración. Al invertir la prueba, el cuerpo cerámico no sufre ninguna alteración, mientras que la hoz tiene un desgaste bastante apreciable. El resultado indica claramente la diferencia de dureza entre ambos objetos. La dureza del cuerpo cerámico es muy superior al de la hoz.

Con la deducción del punto anterior se procedió a forzar un fallo en la hoz considerada más frágil hasta llegar a su ruptura. El proceso fue continuar segando en hierba verde. En esta ocasión se realizó en un tipo de hierba más alta y con un tronco herbáceo más grueso. Tras realizar diversos cortes el resultado fue la ruptura por la parte central (fig. 19).



**Figura 19.** Hoz partida

## **DISCUSIÓN**

El tiempo empleado en realizar las hoces fue corto, aunque puede rebajarse de forma notable si se tiene experiencia en trabajar con barro, como sería el caso de los artesanos mesopotámicos.

La materia prima utilizada es fácilmente asequible. Su transporte y almacenaje no requiere ningún cuidado especial. Se ha comprobado que la arcilla dejada al aire se endurece rápidamente, pero que incluso cuando lleva almacenada varios meses y está totalmente seca, simplemente humedeciéndola con agua vuelve a tener todas sus características para moldearse de nuevo.

La dificultad técnica de fabricación de las hoces es muy baja. Puede ser realizado incluso por personas que no hayan trabajado con arcilla anteriormente, ya que no se requieren habilidades especiales ni fuerza física. Tampoco son necesarios útiles específicos. Asimismo, el trabajo con arcilla permite rectificar los errores cometidos durante la fabricación de las hoces. En caso de error no subsanable se puede empezar nuevamente. La cantidad de arcilla utilizada es pequeña y siempre puede ser reutilizada.

En la fabricación de las hoces de este experimento se han reconstruido varias veces para modificar su grosor y curvatura.

La cocción se realizó en hornos diferentes, el proceso fue similar, aunque la temperatura final alcanzada es diferente (775° en el Laboratorio de Arqueología Experimental y 1000° en el Aula de cerámica).

Ante la sospecha de la diferente dureza alcanzada en una de las hoces conviene prestar más atención a la cadena operativa/productiva para acotar y eliminar las posibles diferencias. El fallo encontrado puede deberse a diversas circunstancias. Siguiendo un orden secuencial las diferencias principales han sido: diferente material empleado, aunque aparentemente era similar; fabricación con diferencias en el filo de la hoz; cocción en diferentes hornos; temperatura de cocción diferente; pruebas de corte en diferente hierba y lugar.

De forma general se considera que estos aspectos no influyen en el experimento realizado ni en las conclusiones de este.

## **CONCLUSIONES**

El experimento y los resultados pueden considerarse positivos y las hipótesis correctas, ya que se han ido verificando una a una todas las preguntas. Se ha visto que es posible, además de económico y sencillo, fabricar hoces solamente de arcilla, que son plenamente funcionales para cortar tanto hierba seca/cereales como la hierba verde/forraje.

Asimismo, en relación con su duración y rentabilidad, debido a que el número de cortes realizados y el tiempo para llevar a cabo el experimento ha sido limitado, no puede afirmarse con seguridad que lo fueran o no, aunque es cierto que, al ser tan fáciles de



fabricar y de afilar, la rentabilidad final podría obtenerse con un uso útil de tiempo corto. Por tanto, para poder responder a esta hipótesis sería necesario una utilización prolongada de todas las hoces, hasta que por desgaste o por cualquier otra circunstancia se produjera su inutilidad. No obstante, es indicativo que en los experimentos solo se rompió una hoz tras someterla a un trabajo más intenso.

## BIBLIOGRAFÍA

AMERICAN SCIENTIFIC MISSION (1921.150), *Colección del Museo Michael C.*

Carlos <https://carlos.emory.edu/htdocs/ODYSSEY/NEAREAST/sicklelbl.html>

(último acceso: 13/10/22).

BENCO, N.L. (1992): “Manufacture and Use of Clay Sickles from the Uruk Mound, Abu Salabikh, Iraq”, *Paléorient*, 18-1, p. 119-134

CABANILLES, J. J. (1985): “La hoz de la edad del bronce del «Mas de Menente» (Alcoi, Alacant). Aproximación a su tecnología y contexto cultural”, *Lucentum*, 4, p. 37-53.

CHILDE, V. G. (1996): *Los orígenes de la civilización*, Fondo de Cultura Económica, México, reimpresión de 1996.

EIROA, J. J. (1996): “La prehistoria II. La edad de los metales”, en *Historia de la ciencia y de la técnica*, ediciones Akal, Torrejón de Ardoz.

EIROA, J.J. (2017): *Nociones de prehistoria general*, 3ª edición, ediciones Ariel, Barcelona.

ESPEJEL ARROYO, F. (2015): “El desarrollo de sociedades complejas en el norte de Al Yazira y sureste de Anatolia: los procesos originales” en PEDROSA-ÁLVAREZ, J. A. (ed.) *Orientalística en tiempos de crisis*, Zaragoza.

- GIBAJABAO, J. F. (2002): “Las neolíticas hoces del noreste de la península ibérica”, en *Prehistories mediterraneenes*, 10-11, p. 83-96.
- LÓPEZ SUBIRAT, V. (2015): “El Alba de la civilización mesopotámica”, en *Historiarum*. <https://www.historiarum.es/news/el-alba-de-la-civilizacion-mesopotamia-por-veronica-lopez-subirats/> (último acceso: 15/10/22).
- MARK, J. J. (2011): “Sumeria”, en *World History Encyclopedia*. <https://www.worldhistory.org/Sumerians/> (último acceso: 13/10/22)
- POSTGATE, J. N. (1999): *La Mesopotamia arcaica. sociedad y economía en el amanecer de la historia*, editorial Akal, Tres Cantos (Madrid), 1ª reimpresión 2015.
- RIENTS, J. (2010): “The Clay Sickle”, *Eridu*, <https://isimud.wordpress.com/2010/08/25/magic-items-the-clay-sickle/> (visitado por última vez: 15/10/22)
- ROUX, G. (2022): *Mesopotamia. Historia política, económica y cultural*, 4ª edición, editorial Akal, Tres Cantos (Madrid).
- VANDIVER P. B. Y HORROCKS P. (2017): “Composition, Processing and Properties of Composite Ceramic Sickle Blades from Mesopotamia”, *MRS*, 2, p. 1805-1829.

**LA DEFORESTACIÓN EN EL NEOLÍTICO Y CALCOLÍTICO: EL PASO DEL  
HACHA PULIMENTADA AL HACHA DE COBRE**  
*DEFORESTATION IN THE NEOLITHIC AND CALCOLITHIC: THE STEP  
FROM THE POLISHED AXE TO THE COPPER AXE*

**Iván Calvo García<sup>12</sup>**

**RESUMEN**

En este trabajo se trata de estudiar cómo el desarrollo de la industria lítica y la metalurgia que vino con el incremento de la complejidad social y de las actividades socioeconómicas, conllevó a la deforestación y adaptación del medioambiente a sus necesidades. Para ello, se va a realizar y enmangar un hacha de sílex y un hacha de cobre, para probarlas sobre madera con el fin de observar sus huellas de uso a nivel microscópico y macroscópico. El objetivo es comprobar si el desarrollo tecnológico ayudó a la deforestación durante el Neolítico y el Calcolítico.

**Palabras clave:** Neolítico, hacha pulimentada, Calcolítico, hacha de cobre, metalurgia, lítica, deforestación.

**ABSTRACT**

In this work we try to study how the development of lithics and metallurgy that came with the increase in social complexity and socioeconomic activities, led to deforestation and adaptation of the environment to their needs. To do this, a flint axe and a copper axe will be made and sleeved, being able to perceive the traces of use in a microscopic and

---

<sup>12</sup> Universidad Autónoma de Madrid. [ivan.calvogarcia@estudiante.uam.es](mailto:ivan.calvogarcia@estudiante.uam.es)

macroscopic view. All of this with the intention of seeing if technological development helped deforestation during the Neolithic and Chalcolithic.

**Keywords:** Neolithic, polished axe, Chalcolithic, copper axe, metallurgy, lithic, deforestation.

## **INVESTIGACIÓN**

### **Objetivos**

El presente trabajo trata de estudiar la incidencia del desarrollo tecnológico sobre la deforestación y modificaciones sobre el medioambiente de los grupos humanos. Esto se llevará a cabo mediante la realización de un hacha tallada de filo pulimentado, y un hacha de cobre, comparando su durabilidad y eficacia al probarlas sobre madera. Durante el Holoceno los grupos humanos adoptaron un estilo de vida agrícola, por lo que la deforestación pudo ser consecuencia de la acción humana ampliando los pastos y terrenos cultivables según sus necesidades (Chapman, 2017:4). Sin embargo, existían muchas zonas de estepas de forma natural que no pueden ser atribuidas tan fácilmente a actividades humanas, sino que estas zonas habrían sido en un primer momento atractivas para los primeros agricultores, ya que requerían de escasa o ninguna deforestación. Por este motivo, los *kits* de herramientas de estos agricultores neolíticos no incluían apenas hachas de piedra dedicadas a la tala, apareciendo posteriormente espacios con mayor dedicación agrícola y por ello más pruebas de deforestación y adaptación del medio natural (Chapman, 2017:6-9).

### **Antecedentes**

Buscando ejemplos más concretos, en el ámbito de la Península se han realizado diferentes estudios dedicados a la intervención del ser humano en el medioambiente. Es el caso de Carmona (Sevilla), donde la secuencia cronológica indica que al principio del Calcolítico los pastos eran abundantes, pero aún, había bosques de acebuches y encinas que disminuyen en las siguientes muestras siendo un territorio más deforestado y alterado debido a la acción humana, predominando los pastizales (Llergo *et al.*, 2008:2380-2381). En otras áreas, como la Sierra de Urbión (Soria), hay datos de incendios durante el Calcolítico (5000-4000 BP) que pudieron ser utilizados para deforestar en relación con el aumento de cabezas de ganado en esta zona (García-Ruiz *et al.*, 2016). Por último, en el Cerro de la Horca (Plasenzuela, Cáceres) aparecen restos neolíticos de árboles que no estarían en la zona del yacimiento, por lo que se presupone que los habitantes irían a otras zonas a por leña. Además, se encuentran restos de microcarbones que podrían derivar de los incendios provocados para roturar nuevas superficies (López, 2007:148).

Así pues, durante el Calcolítico existía una mayor actividad pastoril que no afectó en gran medida al paisaje, pero, por el contrario, fue la presión agrícola la que fomentó esta deforestación en tres pasos: quema del bosque, roturación del terreno y cultivo del cereal. Se da por descontado que aparte de incendios debían utilizar herramientas para deforestar y llevarse la madera (López, 2007:149-151).

Los trabajos previos que se han realizado sobre hachas de piedra son muy abundantes. En este trabajo nos vamos a centrar en dos: un ensayo de tala con un hacha de piedra pulida de Ramón Fábregas Valcarce (1992), y un estudio de las funciones del hacha pulimentada de Germán Delibes (1974). El primero habla de aspectos previamente comentados, como la reducción de áreas boscosas con el fin de ampliar zonas cultivables y de alimentación de animales, pero añade a esta labor, aparte del fuego, el empleo de hachas pulimentadas durante el Neolítico (Fábregas, 1992:337-338). Sus conclusiones

tras probar un hacha, fueron que el desgaste no fue significativo, pero que perdió parte del pulimento debido a los residuos orgánicos que se habían instalado en el filo. Se formaron a su vez algunas estrías y algunos microlascados por los impactos. Por último, al ser un primer ensayo y de corta duración sus resultados no son del todo concluyentes, pudiendo únicamente cortar un tronco de 12 cm y 6 cm de un tronco de 18 cm (Fábregas, 1992:341-342).

En cuanto a Delibes, estudia la forma de utilización de 130 hachas de piedra pulimentada encontradas en la comarca de Tierra de Campos, zona ubicada entre Valladolid, Zamora, Palencia y León. En primer lugar, habla de estudios de Berdichewsky (1964) que determinan que las piezas con bisel doble se utilizarían como hacha, las de bisel único, recto o convexo, se utilizarían como azuela y azada, y las de bisel único, pero convexo, caracterizaría a las gubias (Delibes, 1974:151). Un estudio posterior de Ana María Muñoz (1965) determinó el uso según su forma y dimensión, mostrando la posibilidad de que cualquier pieza menor de 60mm pudiera ser un hacha o azuela (Delibes, 1974:152). Finalmente, Semenov (1964) propone preparar previamente las piezas con un tinte o colorante que facilite la percepción de huellas de uso y así poder diferenciar claramente la utilización de estas, ya que la dirección determinara si la pieza se utiliza como un hacha, una azada u otra herramienta. En el caso del hacha, las piezas mostrarían estrías en dirección oblicua a la cuerda del filo de la misma longitud en ambas caras. En el caso de una azada tendría huellas de uso perpendiculares, de longitud variable según la fuerza con la que se emplea, sin grandes melladuras. Así, de las 137 piezas analizadas, el 16'78% se trataría de hachas, el 9'48% de azadas (con el filo muy erosionado) y el 13'81% de azuelas (filo sin apenas melladuras y claro) (Delibes, 1974:152-154).

## **Contexto histórico**

El trabajo se centra en dos períodos de la Prehistoria, el Neolítico y el Calcolítico, aunque muchos de los cambios que fomentaron la deforestación, en general, en estos períodos se produjeron durante el Mesolítico. En este período que comprende entre el 12000/9000BP- 7500/5000BP aproximadamente, se produjeron una serie de cambios medioambientales, dando comienzo al Holoceno en 11,500BP. Durante este, los hielos se retiraron al Norte, derritiéndose en gran parte y formando las líneas de costa actuales, produciendo cambios que afectaron a la fauna, flora y a los humanos. Debido a las temperaturas más suaves, los grupos humanos abandonaron paulatinamente las cuevas, asentándose junto a recursos hídricos, ya que junto a ellos se encontraban las especies cinegéticas, y deforestando con hachas y quemadas los bosques de alrededor para atraer a la fauna al crecer hierba nueva de forma natural (Chapman, 2017).

El Neolítico es un sistema económico basado en la producción de alimentos y su procesado y almacenamiento que conllevó a la creación de sistemas de relaciones sociales cada vez más complejas y a una nueva ideología política, social y religiosa. El término en sí surge de la clasificación cronológica de Thomsen hace 150 años que dividió, según la materia prima, las etapas de la piedra, del bronce y del hierro. Más tarde, Lubbock propuso una división suplementaria entre edad antigua de la piedra (Paleolítico) y edad reciente de la piedra (Neolítico) basándose en la diferencia tecnológica entre piedra tallada y pulida. Finalmente se añade un período intermedio, la edad media de la piedra o Mesolítico (Lichardus, 1987:59). La duración del Neolítico es diferente según la región, pudiendo considerarse en el panorama europeo entre el 6500 a. C., cuando se encuentran estilos de vida neolíticos en algunas partes de Grecia, y el 2500 a. C., momento en el que el Neolítico se ha expandido por la mayoría del norte de Europa (Fowler, 2015:4). El

concepto engloba tres sentidos: tecnológico, dado que en él surgen grandes avances como la cerámica y la producción de alimentos; cronológico, ya que se encuentra entre el Mesolítico y la Edad de los Metales; y económico, la caza y la recolección características de etapas anteriores pasan a un segundo plano en favor de la agricultura y la ganadería. En cualquier caso, los datos arqueológicos indican que se produjo, con el paso del tiempo, un progresivo aumento de población en el Neolítico vinculado a una mejor dieta basada en lácteos y cereales. Con una mayor mano de obra se facilitó el trabajo de la tierra y cuidado del ganado. Estas zonas fueron agrupando personas creándose poblados tan grandes como el de Çatal Hüyük, en Turquía, que pasó de 3500 a 8000 habitantes en poco tiempo (Mellaart, 1963, 1964 y 1967; Gibaja, 2021:113-114).

En cuanto al Calcolítico (*calco*-cobre y *litos*-piedra) es un término tecnológico utilizado para diferenciar un periodo determinado, en el que se introduce la tecnología del cobre, o comúnmente llamado “Edad del Cobre” según la diferenciación en Tres Edades (Barandiarán *et al.*, 2012:275), ya que esta propia distinción está relacionada con la metalurgia del cobre y con su proceso de obtención. El propio concepto se quedó obsoleto dado que la metalurgia pasó a ser un invento más, unido a otra serie de innovaciones igual de importantes como los arados, los carros tirados por animales, etc. (Barandiarán *et al.*, 2012). Con todas estas innovaciones, en el Calcolítico se asiste al origen de la complejidad social, algo que se pone de manifiesto en el registro arqueológico con aspectos como ajuares funerarios desiguales, fortificación de algunos poblados sobre otros menos importantes, cambios en la selección de territorios y obtención de recursos, produciendo a su vez cambios en el medio natural que sufría adaptaciones conforme a las necesidades de los grupos humanos y, con ello, su deterioro. Se conocen estrategias de utilización de plantas y animales que nos proporcionan información sobre la producción de subsistencia y excedentes, factores importantes en el surgimiento de la economía y de



la desigualdad durante este período (Proctor, 2022:1), desarrollándose así estructuras socioeconómicas complejas definidas como ‘jefaturas’ en algunos casos (Flannery, 1972), y en otros como proto-Estados (Barandiarán *et al.*, 2012: 276). En cuanto a la cronología, entre el 5000-4500 surgieron diferentes focos en los que se utilizaba el cobre, destacando Mesopotamia, los Balcanes y Anatolia. Desde estos puntos, poco a poco la tecnología del cobre se fue expandiendo hacia el oeste en diferentes oleadas, llegando a la Península Ibérica hacia el 3200/3000.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Una vez conocidos los objetivos, antecedentes y contexto histórico, se van a enumerar la serie de materiales, métodos y procesos que se han llevado a cabo para el ensayo experimental.

### **Materiales**

Para realizar el experimento en primer lugar se tuvo que realizar el hacha de sílex, para la que se utilizaron distintos fragmentos de sílex. De los cuatro fragmentos utilizados como soporte, en tres casos no se alcanzaron los objetivos de tamaño y/o filo o el córtex era prominente o complicado de retirar (fig. 1.A). La única pieza que se consiguió terminar con éxito fue la que contó con la ayuda de M. García Natale.



**Figura 1.** Materiales utilizados en el experimento. A. Anverso (arriba) y reverso (abajo) de las piezas soporte utilizadas para la fabricación del hacha de sílex, ninguna con éxito a excepción de la segunda(central) que se consiguió la forma, pero se dejó sin terminar (ordenadas de izquierda a derecha). B. Mazo de madera y cincel utilizados en la percusión indirecta

Las herramientas que se utilizaron en la fabricación del hacha de sílex fueron: a) para la percusión indirecta, un mazo de madera, para golpear sobre un elemento intermedio a modo de cincel, configurado mediante un cilindro de cobre macizo y enmangado en madera, con el objetivo de controlar el ángulo y la fuerza (fig. 1.B); b) percutores duros de arenisca de tamaño mediano y pequeño, tanto para extraer lascas como para abrasionar; y c) como elementos de protección un cuero, además de guantes y gafas. Para el enmangue de las hachas se utilizó madera y tiras de cuero atadas entre sí para fijar la pieza al mango como se ve en la figura 7. Para observar las huellas de uso se utilizaron microscopios (dinolite).

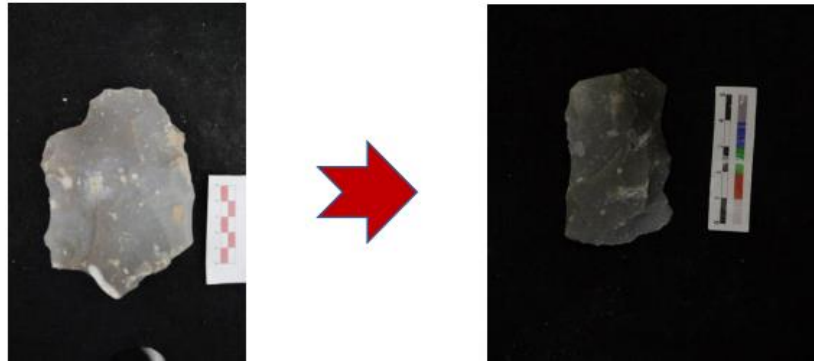
## **Procesos y métodos**

En esta experimentación se realizaron tres procesos diferentes. En primer lugar, la fabricación de un hacha de sílex. En segundo lugar, el enmangue de dos hachas y en tercer lugar la utilización de las dos hachas para su posterior comparación.

Para la fabricación del hacha de sílex, en primer lugar, se da una forma inicial a la pieza mediante percusión directa, sacando lascas sobre todo para retirar el córtex si lo hubiera y para conseguir los ángulos deseados para la percusión indirecta. En segundo lugar, se procede a la terminación del hacha mediante percusión indirecta. Se coloca el cuero sobre las piernas, dejando un hueco entre ellas para colocar la pieza. Una vez colocada la pieza se coloca el cincel (fig. 2) en el ángulo que se necesite y sobre una arista, a ser posible para golpear con el mazo de madera sobre el cincel. El proceso se repite cambiando de ángulo y lado hasta conseguir la forma correspondiente (fig. 3).



**Figura 2.** Proceso de percusión indirecta

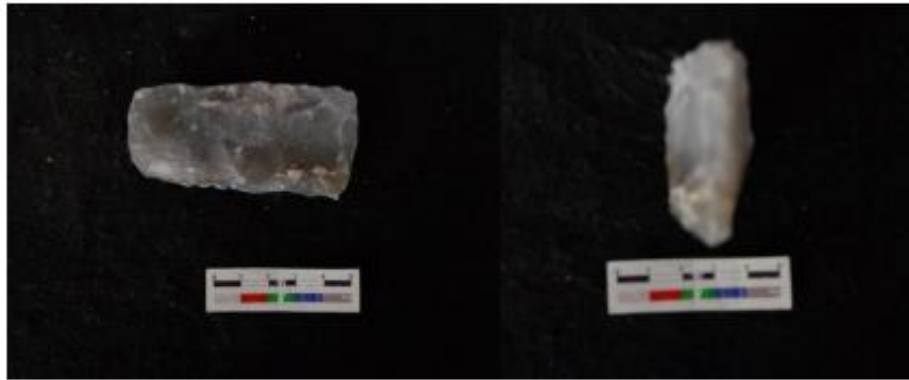


**Figura 3.** A la izquierda, lasca soporte y a la derecha forma final, en este caso demasiado pequeña para usarse

Cuando se obtuvo la forma o esbozo (fig. 4) se realizó el filo, para lo que se coloca el cincel prácticamente plano sobre la pieza hasta ir retirando el exceso de piedra que se tenga en el filo.

Además de la pieza de sílex, para realizar la comparación se utilizó un hacha de cobre disponible en el Laboratorio de Arqueología Experimental de la UAM, reutilizada de un experimento de cursos anteriores.

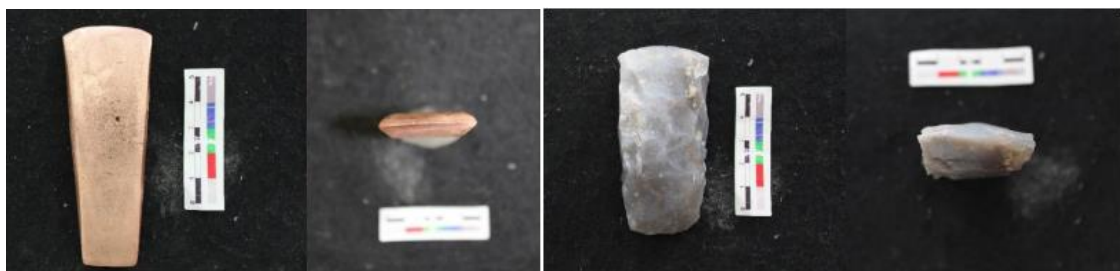
Posteriormente, se realizó el proceso de pulimento. En un primer momento, se llevó a cabo abrasionando con piedra, arena y agua el filo de la pieza. El proceso era demasiado lento para conseguir los objetivos del trabajo, de manera que se tomó la decisión de acelerarlo mediante herramientas eléctricas. Una vez conseguido el filo, había que refinar el pulido utilizando abrasivos cada vez más finos. En este caso se utilizó una piedra de afilar en primer lugar, posteriormente un tronco de madera, y por último un cuero (figs. 5 y 6). El proceso se repitió con el hacha de cobre (figs. 5 y 6).



**Figura 4.** Hacha tallada en sílex antes de ser pulida



**Figura 5.** Detalles del proceso de pulimento del filo: Pulido del hacha de cobre con una piedra de afilar (izquierda); acabado del filo del hacha de sílex sobre tronco de madera (centro); acabado del filo de sílex sobre cuero (derecha)



**Figura 6.** Resultado final del pulimento. Hacha de cobre (izquierda); hacha de sílex (derecha)

A continuación, se realizó el enmangue de ambas piezas, para lo que se utilizaron tiras de cuero atadas entre sí (fig. 7).

En cuanto al procedimiento de uso de las hachas, se utilizó como variable el número de golpes en lugar del tiempo, puesto que si se utilizara el tiempo no se podría comparar, ya que no se da el mismo número de golpes en los cinco primeros minutos que los que se dan entre 10 y 15 minutos, ya que se va perdiendo fuerza y ángulo con el tiempo.



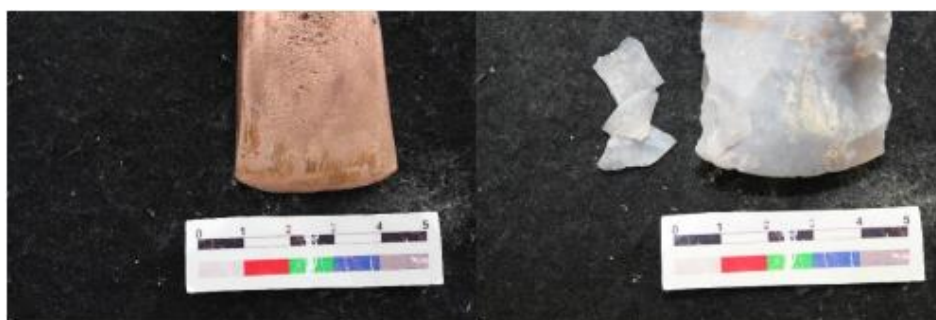
**Figura 7.** Detalle del hacha de cobre enmangada (abajo) y pruebas de utilización sobre madera seca (arriba)

Se dieron 20 golpes con cada pieza, en tres tandas, dando un total de 60 golpes, tratando de incidir con el mismo ángulo y fuerza, aunque una máquina habría sido más exacta y, por tanto, más irreal.

El último proceso realizado es la observación de los resultados. A nivel macroscópico se documentó mediante fotografías para poder comprobar si a simple vista se notan diferencias en el filo o la pieza en sí. Se realizaron observaciones antes y después de cada tanda de 20 golpes, para poder tener una comparativa.

## **Resultados**

Macroscópicamente se pueden observar los restos de materia orgánica procedente de la madera cortada, alguna melladura en el filo de cobre y pequeñas muescas en el filo de sílex. En la pieza de sílex se habían desprendido esquirlas por la presión del empuje y la fuerza de los golpes (fig. 8).

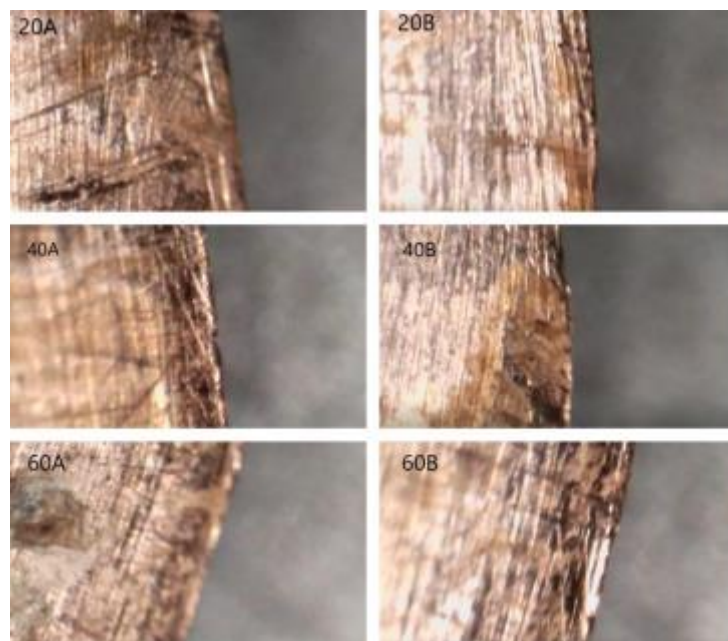


**Figura 8.** Vista macroscópica del estado final de los filos tras los 60 golpes de las pruebas realizadas.

En cuanto a la vista microscópica, se podían observar estrías, en el caso del cobre, del pulimento antes de probarla (fig. 9), y según aumentaban los golpes dichas estrías se pronunciaban más, a las que se le sumaba alguna pequeña muesca (fig. 10), no muy pronunciada. En la pieza de sílex se podían observar muescas más grandes y pronunciadas (fig. 11) cuantos más golpes se daban con la pieza, perdiendo el brillo del inicio.

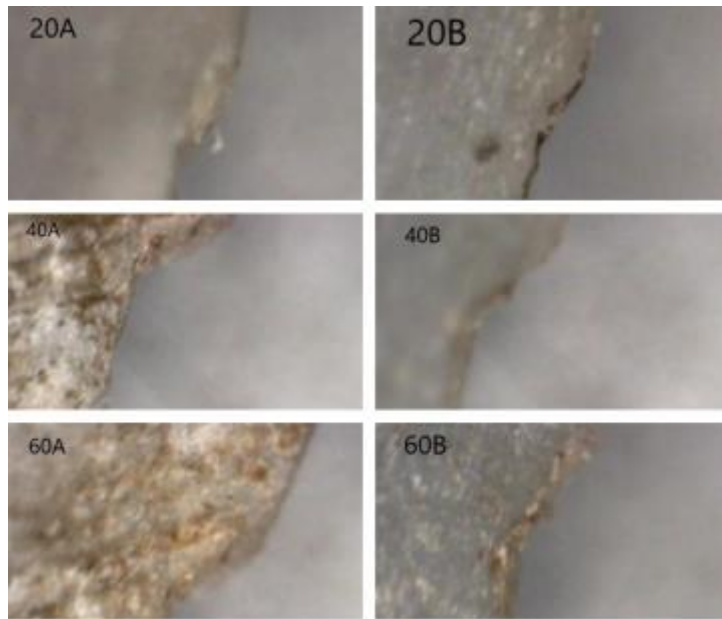


**Figura 9.** Piezas bajo el microscopio a 0.5 aumentos antes de su uso, pudiéndose observar brillo en el caso del sílex (izquierda) y estrías del pulido en la pieza de cobre (derecha)



**Figura 10.** Detalle de las huellas de uso a vista microscópica a 0.5 aumentos en la pieza de cobre según el número de golpes 20, 40 o 60 (A y B, las dos caras del filo)





**Figura 11.** Huellas de uso a vista microscópica (0.5 X) en la pieza de sílex según el número de golpe 20, 40 o 60. La A es el anverso y la B el reverso

## DISCUSIÓN Y PERSPECTIVA DE FUTURO

Según avancen las investigaciones paleoambientales, palinológicas y experimentales en torno a diferentes yacimientos entre el Mesolítico y el Calcolítico, sobre todo de la zona de Próximo Oriente al ser la más antigua, se podrá esclarecer un poco más el tema de la deforestación (Proctor *et al.*, 2002; Chapman, 2017). En cuanto al presente trabajo, sería necesario más tiempo para la realización de más hachas y para realizar más pruebas para poder sacar unas conclusiones más profundas que las extraídas. Pero se pueden establecer varias mejoras concretas para experiencias futuras.

- El enmangue, elemento que no se consideró importante, ha sido fundamental. En varias ocasiones tuvo que ser enmangada de nuevo, ya que se pierde fuerza y precisión si no está bien sujeta la pieza. El enmangue se podría mejorar con un cuero más robusto y flexible, o con otros componentes añadidos.

- Se han utilizado hacha enmangadas como azuelas al estar disponibles. En este caso, la fuerza del corte es menor porque no se puede cortar de pie con todo el ángulo de caída, y la posición a su vez es más incómoda.
- El tiempo, y en este caso quizá es la mejora más importante. No se le han podido dedicar las horas suficientes para que el trabajo sea determinante en sus conclusiones, sobre todo el tiempo de realización de la pieza y el de pruebas, por tanto, también se habrían podido aumentar el número de golpes de 60 a 100, o incluso a 200, para ver mejor las diferencias en las huellas de uso.
- Se podrían haber realizado pruebas sobre diferentes tipos de madera, además de fresca o seca.

Por tanto, es un trabajo que tiene una buena perspectiva a futuro ya que con únicamente cuatro o cinco mejoras se podrían sacar unas conclusiones mayores.

## **CONCLUSIONES**

Para finalizar, ha sido un trabajo interesante de hacer, pero complicado en el poco tiempo que se ha tenido al estar en el marco de una asignatura cuatrimestral (Arqueología Experimental). El hacha de cobre me ha impresionado pues esperaba que cortara menos de lo que lo hizo, probablemente ha cortado y aguantado mejor que la de sílex porque se ha realizado en un cobre más puro que el que utilizaban los grupos humanos en el Calcolítico. El hacha de sílex, sin embargo, me ha decepcionado, ya que el corte era muy irregular y se ha mellado y lascado durante las pruebas con más facilidad que la anterior. Esto puede deberse a que el filo tuviera un mal acabado o a que su tamaño era unos tres centímetros menor y, por tanto, tuviera menos fuerza en el impacto.

Además, todos estos resultados obtenidos pueden incluirse dentro de lo que hasta ahora se conoce sobre la deforestación en estos periodos.

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, agradecer a Martín García Natale por ayudarme en gran parte a realizar el hacha de sílex y por sus consejos sobre lítica, sin los cuales no podría haberla acabado, al igual que al profesor Javier Baena. Por último, agradecer a Francisco Moreno Prieto por su ayuda y fotografías del trabajo.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- BARANDIARÁN, I., MARTÍ, B., del RINCÓN, M.A. y MAYA, J.L. (2012): *Prehistoria de la península Ibérica*. Editorial Ariel, Barcelona.
- BERDICHEWSKY, B. (1964). *Los enterramientos en cuevas artificiales del bronce I Hispánico*, Madrid, p. 183-186
- Chapman, J. (2017): “Climatic and human impact on the environment? A question of scale”. *Quat. Int.*, 496: 3-13.
- DELIBES DE CASTRO, G. (1974): “Contribución al estudio de las funciones del hacha pulimentada: resultados de la aplicación del sistema Semenov a 130 ejemplares de Tierra de Campos”. *Zephyrus*, 25: 151-154.
- FÁBREGAS VALCARCE, R. (1992): “Ensayo de tala con un hacha de piedra pulida”. *Trabajos de Prehistoria* 49: 337-345.
- FOWLER, C., HARDING, J. Y HOFMANN, D. (2015): *The Oxford Handbook of Neolithic Europe*. Croydon.

- FLANNERY, K. V. (1972). "The Cultural Evolution of Civilization", *Annual Review of Ecology and Systematic* 3, pp. 399-426.
- GARCÍA RUIZ, J. M., SANJUÁN, Y., ARNÁEZ VADILLO, J., BEGUERÍA PORTUGÉS, S., GÓMEZ-VILLAR, A., ÁLVAREZ MARTÍNEZ, J., LANARENAL, N. y COBA PÉREZ, P. (2016): "La evolución del piso subalpino en la Sierra de Urbión (Sistema Ibérico, Norte de España): un modelo de impacto geocológico de actividades humanas en el Valle de Ormazal". *Pirineos* 171: e022-e022.
- GIBAJA, J. F., IBÁÑEZ, J. J. Y MOZOTA, M. (2021): *¿Qué sabemos de? El Neolítico*. CSIC y Catarata, Madrid.
- LICHARDUS, J. Y LICHARDUS-ITTEN, M. (1987): *La protohistoria de Europa: El Neolítico y Calcolítico entre el Mediterráneo y el Báltico*. Labor, Barcelona.
- LLERGO LÓPEZ, Y. Y UBERA JIMÉNEZ, J. L. (2008): "Cambios en el entorno vegetal de Carmona (Sevilla) desde el Calcolítico hasta el Medieval". *Carel, Carmona: Revista de estudios locales* 6: 2369-2393.
- LÓPEZ SÁEZ, J. A., GONZÁLEZ CORDERO, A. Y CERRILLO CUENCA, E. (2007): "Paleoambiente y paleoeconomía durante el Neolítico antiguo y el Calcolítico en Extremadura: análisis arqueopalinológico del yacimiento del Cerro de la Horca (Plasenzuela, Cáceres, España)". *Zephyrus*, 60: 145-153.
- MELLAART, C. H. (1967): *A Neolithic Town in Anatolia Thames and Hudson*. London, 1967, p. 68.
- MELLAART, C. H. (1963): «Excavations at Catal Huyuk, 1962». *Anatolian Studies* XIII, pp. 43-103.
- MELLAART, C. H. (1964): «Excavations at Catal 1963». *Anatolian Studies* XIV, pp. 39-119.

MUÑOZ AMILIBIA, A. M. (1965): *La Cultura Neolítica Catalana de los «Sepulcros de Fosa»*, Barcelona, p. 273-275.

PROCTOR, L., SMITH, A. Y STEIN, G. J. (2022): “Archaeobotanical and dung spherulite evidence for Ubaid and Late Chalcolithic fuel, farming, and feasting at Surezha, Iraqi Kurdistan”. *Journal of Archaeological Science: Reports* 43: 1-17.

SEMENOV, S. A. (1964): *Prehistoric Technology*, London, 1964, p. 22-26. 6 y 123-124.

**LA DIVISIÓN DEL TRABAJO EN LA CREACIÓN DE UNA  
ENCUADERNACIÓN COPTA**

***THE DIVISION OF LABOUR IN THE CREATION OF COPTIC BINDING***

**Blanca Nieto López<sup>13</sup>**

**RESUMEN**

El objetivo de este trabajo es analizar las dificultades de realizar una encuadernación copta antigua (Ss. II – III d.C.) para determinar si la división del trabajo y, por tanto, la especialización de las tareas, era necesaria. El texto se estructura en una introducción, donde se tratarán aspectos básicos de contexto para comprender el origen de la encuadernación y su desarrollo; los pasos de la experimentación propiamente dicha desde cero (materiales, preparación de las diferentes fases, ...); y finalmente, se exponen y discuten los resultados obtenidos, y se presentan las conclusiones.

**Palabras clave:** escritura, encuadernación copta, libro, cosido de cadeneta, pergamino, especialización.

**ABSTRACT**

The aim of this paper is to analyze the difficulties that the process of making an old Coptic binding (2nd – 3rd centuries CE) raises in order to determine whether the division, and therefore the specialization of the tasks, was necessary. The article is structured in an introduction, where basic aspects of context will be addressed to understand the origin of the binding and its development; the steps of experimentation itself from scratch

---

<sup>13</sup> Universidad Autónoma de Madrid. [blanca.nietol@estudiante.uam.es](mailto:blanca.nietol@estudiante.uam.es)

(materials, preparation of the different phases, ...); and finally, the results obtained are presented and discussed, and the conclusions presented.

**Key words:** writing, Coptic binding, book, chain stitching, parchment, specialization.

## **INTRODUCCIÓN**

El objetivo de este trabajo es estudiar y comprender el proceso de elaboración de una de las primeras encuadernaciones de la historia. Para ello, se abordarán las técnicas empleadas por los antiguos cristianos coptos, los materiales que se utilizaban y las dificultades que podían presentarse durante el proceso de encuadernación.

«La encuadernación tiene por objeto unir, disponiéndolos ordenadamente, los pliegos o cuadernillos de una obra, para formar un volumen compacto, por medio de una sólida costura, y aplicarle una resistente cubierta para proteger el libro y facilitar su uso, asegurar su conservación y despertar en su poseedor aficiones de apasionado bibliófilo.

La encuadernación es un arte anterior al mismo libro, pues data de los tiempo de la antigua Grecia» (Monje, 1995:5).

### **Contexto histórico**

Para adentrarnos en el mundo de la encuadernación debemos, en primer lugar, entender por qué y cómo surgió. Nos tenemos que remontar a las primera piezas de las que se tiene constancia con escritura. Eran pequeños artefactos de terracota de unos 2 cm de diversas formas, modeladas a mano y posteriormente cocidas, que presentaban incisiones o marcas. Más tarde, llegaron, las *bullae*, bolas huecas de arcilla en cuyo

interior se encontraba un número determinado de figura, como animales, de este mismo material, que cambiaba según el valor y tipo de producto que fuera objeto de la transacción económica.

Posteriormente, con el comienzo de las estructuras urbanas y la mayor complejidad de los distintos ejercicios económicos generados por el aumento demográfico, aparecieron las tablillas.

Las tablillas de arcilla fueron sustituidas con el paso del tiempo por otros sistemas como pergaminos o papiros, que consisten en hojas creadas a partir de la piel de los animales, o de plantas específicas, mediante su tratamiento. Posteriormente «se inició la transformación del libro enrollado en cuadrado o plano; esta innovación permitió contener más material en menor volumen, haciendo que el libro fuese más cómodo de usar, y de mejor conservación en las estanterías de la biblioteca» (Monje,1995:5-6)

Así pues, al igual que las tablillas, que se almacenaban en archivos en cestas de mimbre, estos códices se almacenaron en bibliotecas. La encuadernación surgió como una forma de agrupar diferentes códices en un mismo soporte. Para proteger el conjunto de los documentos se diseñó una estructura que no aumentase mucho el tamaño de los cuadernillos y que a la vez los protegiese.

El número de bifolios (hojas dobladas por la mitad) que tuviesen los códices, les otorgaban a estos un nombre u otro. El término que ha sobrevivido hasta nuestros días es el referido al cuadernillo de cuatro bifolios, denominado *cuaterna*, que posteriormente derivará en cuaderno.

Los primeros trabajos de encuadernación se realizaron en Oriente Próximo. Sabemos que la elaboración del libro era realizada en conventos o en monasterios cristianos, donde los monjes llevaban a cabo esta labor:



«El libro, como muy bien se sabe, no era fruto de la labor de una sola persona, sino de varias. En general, una se dedicaba a curtir el pergamino pulimentándolo con piedra pómez; otra copiaba el texto; el dibujante pintaba las letras capitales; luego le seguía el que se encargaba de realizar las miniaturas, y, finalmente, terminaba el encuadernador aplicando la encuadernación en boga de aquel tiempo, que era labor de verdadero artista, por no contar con los elementos de que disponemos actualmente» (Monje, 1995:2).

### **Trabajos previos**

Existe una abundante bibliografía relacionada con la encuadernación, pero muy escasa acerca de la encuadernación copta. La inmensa mayoría de los trabajos, se centran en las encuadernaciones coptas tardías: las medievales, modernas, etc. No obstante, si hay un autor que se centra en las antiguas, que se engloban entre los siglos II y III d.C. Éste es Manuel Valero (Valero, 2015), que explica pormenorizadamente en un vídeo divulgativo cómo hacer este tipo de encuadernación, sin emplear diversos cuadernillos en su trabajo, sino que genera un solo cuadernillo con todos los bifolios, cosiéndolo directamente al lomo del libro.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

«Los libros antiguos eran de pergamino, que resultaban muy voluminosos, con una enorme encuadernación de tablas cubiertas de cuero en la parte exterior, y su interior, con tela. Estas encuadernaciones, para que resultasen más sólidas y preciosas, se decoraban en los ángulos y contornos de las tapas, con metal» (Monje, 1995:2).

Se han utilizado una gran variedad de materiales para realizar la experimentación basados. En primer lugar, se ha empleado piel de cabra curtida, teñida con una tonalidad cobriza; 2 m de hilo de lino de 1 mm de diámetro; 35 bifolios de papel con imitación a pergamino, de medidas 158 x 254 mm cada uno; dos tablas de madera de 300 x 300 x 10 mm; otra tabla de 3 mm de grosor y una cartulina.

Para acelerar el proceso de fabricación, se ha utilizado cola blanca en lugar de engrudo y una taladradora. Otras herramientas utilizadas son un punzón; una plegadera de hueso; un cúter; unas tijeras de costura; una pastilla de jabón; una regla de 40 cm de longitud; una hoja de papel de periódico y 3 folios de tamaño A4; 4 tornillos de 10 cm de largo y 8'8 mm de diámetro; 4 tuercas de mariposa; 8 arandelas; una aguja de guarnicionero; una brocha y un pincel; y diversos materiales de escritura.

Los pasos que se seguirá para realizar la encuadernación fueron los siguientes: creación de una prensa, elaboración del cuerpo del libro y su cubierta, cosido de todas las partes que lo componen, para terminar, montando todo.

## **PROCESO DE ELABORACIÓN**

Para la consecución de los objetivos del trabajo se ha realizado una encuadernación siguiendo el procedimiento descrito por Valero (Valero, 2015) para lo cual es necesario fabricar una prensa (fig. 1).



**Figura 1:** Preparación de la prensa de mano sobre un tablón de madera

Para la preparación de una prensa de mano necesaria para llevar a cabo la encuadernación copta, se ha realizado cuatro perforaciones en los tablones de madera, a 2 cm del borde cada uno de ellos. A continuación, se han introducido los tornillos, arandelas y palomillas para completarla.

### **Elaboración del códice**

Posteriormente se ha elaborado un códice experimental que se ha elaborado en dos partes: el cuerpo del libro y la cubierta. Para trabajar el cuerpo del libro se comienza doblando con ayuda de una plegadera (Nieto, 2022a) cada lámina de papel con imitación a pergamino por la mitad para crear bifolios que se amontonan cuidadosamente.

Para poder coserlos con posterioridad, fue necesario practicar previamente cuatro agujeros a lo largo del filo de la doblez de cada bifolio para lo cual se utilizó como patrón una cartulina cortada a la medida de los bifolios. Para las perforaciones se calculó una distancia de 3 cm desde el borde para los agujeros de los extremos y de 10 cm para los del interior (fig. 2). A continuación, con ayuda de un punzón y de una estructura de

poliespán que hacía de tope y que permitía una perforación fuera precisa, se procedió a realizar estos agujeros en todas las hojas (fig. 3).



**Figura 2:** Cartulina con el patrón de perforaciones



**Figura 3:** detalle del proceso de perforación

Con la experiencia adquirida durante el proceso de fabricación se pasó de perforar individualmente cada bifolio a hacerlo en grupos de tres en tres. Posteriormente se realizaron los cuadernillos agrupando cinco bifolios, uno dentro de otro.

## Cosido

El siguiente paso es el cosido de los cuadernillos con hilo de lino y aguja de guarnicionero. En este caso, se ha llevado a cabo la técnica del cosido por cadeneta que es la que muestra Manuel Valero (2015).

Para realizar esta actividad se colocó el primer cuadernillo con el lomo en la dirección de quien cose. Se comienza introduciendo la aguja por el primer agujero de la izquierda, se saca todo el hilo por el otro lado y se deja unos 4 cm sobresaliendo, para poder atar este cabo posteriormente al cuadernillo que se situará encima. A continuación, se saca la aguja por el siguiente agujero y, volviendo a introducirla por el mismo orificio se genera un lazo. Se repite el proceso en la siguiente estación de costura. En el último orificio del cuadernillo la aguja sale, pero no vuelve a entrar. El recorrido del hilo continua por el cuadernillo que se coloca encima del primero, esta vez por el lado derecho. Este proceso se realizó en seis de los cuadernillos.

Cada cuadernillo que superpone al anterior y, además de unirse por uno de los extremos, se unen también mediante los lazos que se han ido creando en las estaciones de costura centrales. Se introduce el cordel del último cuadernillo en el del anterior, de forma que se genera una cadeneta (fig. 4) (Nieto, 2022b).



**Figura 4:** Detalle del sistema de unión de los cuadernillos mediante cadeneta



posteriormente obtener más materiales de la piel, que es en un extremo donde cabe perfectamente el patrón.



**Figura 6:** patrón transferido a la piel

Posteriormente, se recorta con unas tijeras de costura el perímetro indicado. Se pega con cola blanca la piel a las tapas, previamente seleccionadas con el tamaño del folio, tapas y se procede a decorar el exterior de la encuadernación. Para llevar a cabo la decoración se realiza un esbozo en papel y después se marca en la piel ejerciendo presión con la plegadera. En este caso, se ha realizado un patrón geométrico (fig. 7) que se trata de una decoración simplificada del Códice II de Nag Hammadi que presenta Valero (2015) (Rodríguez, 2015).



**Figura 7:** detalle de la decoración de la cubierta

Una vez acabado este paso, se procede a realizar una serie de perforaciones y ranuras: con punzón en las zonas en las que solo hay piel y en las que se introducirá una cuerda; con un cúter en las secciones en las que se introducirá una tira de cuero; y con taladradora en las que la unión de la madera y la piel dificultan la tarea. Se han realizado un total de nueve perforaciones: dos en la piel y siete en la madera.

Las ranuras realizadas en la piel se localizan a 1 cm del vértice de los arcos (solapas que sobresalen de la cubierta, que luego servirán para cerrar el libro) . Las perforaciones realizadas en la madera, por su parte, se localizan de la siguiente manera: una se encuentra siguiendo la línea de la perforación realizada en el arco menor de la piel y las otras seis en las esquinas de la madera exterior: dos en el lado corto y cuatro en el largo.

En los orificios realizados en la piel, en la parte inferior de la madera central, en las zonas anchas de la madera lateral y en los arcos, se introdujeron unas tiras de cuero de 8 mm de ancho en los arcos, y de 4 mm en los demás orificios. En los otros agujeros



se introdujeron, cuatro cabos, de 8 cm de largo cada uno de una cuerda realizada con cuero retorcido y pegado con cola. Los cabos se ataron entre sí posteriormente, generando un nudo que permitiese la consolidación de la unión entre la madera y la piel. Finalmente, para asegurar el nudo se aplicó un poco de cola blanca (fig. 8).

Además de nudos de cuerda para asegurar la unión de las tablas y del curtido, se realizaron dos nudos del mismo tipo en las cintas de cuero de 8 mm. Para ello, se perforó tanto las tiras como la cubierta de piel.



**Figura 8:** detalle de los nudos que aseguran el cierre de la encuadernación

### **Montaje del libro**

Tras el secado de la cola de los nudos se procedió a realizar las guardas. Para ello se utilizaron dos bifolios de imitación a pergamino distintos a los empleados para el cuerpo del libro, más opacos y gruesos. Del mismo modo en que se realizaron con los cuadernillos que conforman el cuerpo de la encuadernación, se doblaron las hojas con la plegadera. Tras ello, se pegaron los bifolios en cuadernillos de dos bifolios, uno para la

portada y otro para el final. Una vez seca la cola, se procede a pegar las cubiertas por un lado a la primera y la última hoja del libro y por otro a las tapas de madera (fig. 9).



**Figura 9:** detalle de la unión del cuerpo del libro a la cubierta

El libro, como consecuencia de los fragmentos de piel cosidos a las tapas, queda cerrado. Se anudan las tiras opuestas entre sí de modo que, además de quedar protegida la encuadernación, se fuerza el cierre de las hojas de los cuadernillos que, por su propia consistencia y forma, tienen a abrirse de forma natural (fig. 10).



**Figura 10:** el libro con las cubiertas cerradas

## **DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

Se ha realizado un análisis de las dificultades surgidas al llevar a cabo cada una de las etapas necesarias para realizar una encuadernación copta.

En primer lugar, cabe mencionar la selección de los materiales. Debe tenerse en cuenta y no menospreciarse esta primera tarea, ya que la elección de uno u otro producto, sin considerar la variable independiente de la técnica y la experiencia del artesano, puede generar unos resultados u otros.

En este caso y debido a la falta de experiencia, la selección de los productos no fue muy minuciosa, ni centrada en la calidad de las materias primas, sino en la adecuación de las mismas al proyecto. Como consecuencia de ello han surgido dificultades en ciertas tareas, como el plegado de la piel para cubrir las tapas. La piel seleccionada era más gruesa de lo necesario, por ello presentaba una menor flexibilidad. En el caso de la selección del papel, este se tendía a levantarse como consecuencia de su naturaleza más

rígida de lo necesario. En el caso de la selección del resto de materiales, se ha considerado que no son relevantes en el resultado, pues prima más la técnica del artesano a la hora de utilizarlos que su calidad.

En cuanto a las dificultades en las distintas partes del proceso, cabe señalar que, en el plegado, si bien no existe una dificultad notoria, es necesario tener una técnica perfeccionada, pues la variable del tiempo es directamente proporcional a la experiencia que tenga el artesano. Además, es importante que los pliegos no presenten marcas, ni de dedos ni de plegadera. Esta debe utilizarse con una determinada inclinación, para que no dañe el pergamino. En el caso que nos ocupa, el material, una vez realizado el plegado, presentó algunos de los defectos mencionados.

El empleo del punzón en la perforación del pergamino no es una tarea que requiera de mucha especialización, pues basta con conocer la postura en la que se debe colocar el pliego y tener una superficie blanda bajo él. Sin embargo, como consecuencia de no haber realizado los agujeros con la anchura necesaria, la dificultad se presentó durante el cosido. Los cuadernillos presentaron resistencia ante el momento de meter y sacar la aguja de guarnicionero. En varias ocasiones fue necesario volver a perforar los cuadernillos con el punzón, con el objetivo de hacer las perforaciones más grandes.

Otro problema que surgió en esta etapa fue el cosido de cadeneta. Fue complicado realizar unos lazos que permitiesen posteriormente introducir otro fragmento de cuerda por ellos; es decir, que tuviesen la longitud necesaria y que estuviesen colocados de la forma correcta, de modo que no hiciesen nudos. En algún momento, además, como consecuencia de ello se tuvo que repetir el cosido en algunos de los puntos de costura.

El hecho de no tener perfeccionada esta técnica además conllevó que, tras finalizar el cosido, se tuviera que trabajar de nuevo con cada cuadernillo, apretando ajustando la

cuerda y evitando que quedase holgada, tanto en el interior como en el exterior de los pliegos y en la unión de los diferentes lazos.

Otra dificultad del cosido es saber cómo extraer la aguja del cuadernillo, pues de no hacerlo de forma totalmente perpendicular a este puede rasgarse el pergamino.

El pegado a las tapas debe realizarse de forma delicada, evitando utilizar más pegamento del necesario, pues ello genera manchas tanto en la piel como en la madera. El gofrado de la piel del mismo modo requiere de una técnica específica y precisa. En este caso, para saber qué instrumento utilizar se realizaron primero las marcas con una regla, que delimitaba las líneas a seguir, para presionar la piel hasta obtener cierta profundidad de marcado. Posteriormente se empleó la plegadera, al no disponer de otro instrumental que permitiese hacer grabados en la piel sin resquebrajarla y sin dejar marcas indeseadas.

Para llevar a cabo la perforación de las tapas y la piel es necesario conocer previamente el diámetro que estos orificios han de tener para que, tanto los cabos de piel retorcida y pegada, como las tiras sueltas de piel pasen sin dificultad por ellos y que, para que una vez lo haga, no se perciban dichos agujeros. Debe tenerse asimismo destreza con las tijeras, para cortar el cuero correctamente, sin generar daños irreparables en él, ya que se trata de un material caro.

## **CONCLUSIONES**

La labor individual de cada uno de los procesos necesarios para realizar una encuadernación copta, como el plegado y cosido de los cuadernillos; el bruñido de la piel; el cosido y pegado de la piel a las tapas; la realización de la cuerda a partir del retorcido de la piel; y la selección de las materias primas, son labores muy diferentes entre sí. Del

mismo modo, las destrezas que han de tenerse y las técnicas que han de emplearse para cada función son muy diversas.

Así pues, aunque es posible realizarlo en solitario, es cierto que, si se pretende realizar un número elevado de encuadernaciones, no solo se necesita más tiempo, sino que también se hace necesaria la división del trabajo para llevar a cabo todas las tareas.

Teniendo en cuenta la calidad de las encuadernaciones que conservamos de los siglos II y III a. C. y el notable perfeccionamiento de la técnica que el artesano o los artesanos tenían, no puede negarse que la especialización de las distintas tareas necesarias para efectuar una encuadernación se dio en esta época.

Cada artesano debía estar especializado en una de las distintas técnicas de modo que controlase a la perfección el procedimiento que debía ejecutar. La combinación de todos estos especialistas daría como resultado un excepcional trabajo que, por su consistencia, su minuciosidad y sus materiales de calidad, han conseguido pervivir hasta nuestros días.

## **BIBLIOGRAFÍA**

BRUGALLA, E. (1996): *En torno a la encuadernación y las artes del libro; diez temas académicos*. Clan. Editorial: Madrid.

BRUGALLA, E. (2012): *Compendio del arte de la encuadernación: apreciaciones sobre su técnica*. Ollero y Ramos: Madrid.

CAMBRAS, J. (2003): *Encuadernación: las técnicas y los procesos paso a paso para la protección y el embellecimiento de los libros*. Editorial: Barcelona.

CHECA, J.L. (2003): *Los estilos de encuadernación (siglo III d. C. – siglo XIX)*. Ollero y Ramos: Madrid.

- CLAVERÍA, C. (2006): *Reconocimiento y descripción de encuadernaciones antiguas*. Editorial Arco. Madrid.
- GOLOB, N Y VODOPIVEC J. (2017): *Bookbinding. Theoretical approaches and practical solutions*. Brepols. Bélgica.
- MELLON SAWYER SEMINAR (2017): Workshop V: Early North African Bookbinding with Gary Frost and Julia Miller. En *Cultural and Textual Exchanges: The Manuscript Across Premodern Eurasia* [Blog]. <https://eurasianmss.lib.uiowa.edu/tag/nag-hammadi/> [último acceso 05/11/2022]
- MONJE, M. (1995): *El arte de la encuadernación*. Clan Editorial, Madrid.
- NIETO, B. (2022<sup>a</sup>): [Video] *Plegado de bifolios con plegadora de hueso*. En YouTube [22/11/2022] <https://youtu.be/1dXXe98kzVo> [último acceso 20/11/2022].
- NIETO, B. (2022<sup>b</sup>): [Video] *Cosido de cadeneta en cuadernillos de pergamino*. En Youtube [17/11/2022] <https://youtu.be/Nwio4xdkJxU> [último acceso 20/11/2022].
- PERSUY-SÜN, A. (1999): *La encuadernación: técnica y proceso*. Ollero y Ramos. Madrid.
- RODRÍGUEZ, E. (2015): El descubrimiento de la biblioteca de Nag Hammadi. *Encuadernación al poder*, 9. <https://encuadernacionalpoder.blogspot.com/2015/09/encuadernacionNagHammadi.html> [último acceso 11/11/2022]
- RODRÍGUEZ, E. (2017<sup>a</sup>): La encuadernación copta antigua de un solo cuadernillo. En *Encuadernación al poder* [Blog] <https://encuadernacionalpoder.blogspot.com/2017/05/encuadernacion-copta-antigua-de-un.html> [último acceso 11/11/2022]

RODRÍGUEZ, E. (2017b): La encuadernación copta antigua de varios cuadernillos.

*Encuadernación al poder, 7.*

[https://encuadernacionalpoder.blogspot.com/2017/07/la-encuadernacion-copta-](https://encuadernacionalpoder.blogspot.com/2017/07/la-encuadernacion-copta-antigua-de.html#more)

[antigua-de.html#more](https://encuadernacionalpoder.blogspot.com/2017/07/la-encuadernacion-copta-antigua-de.html#more) [último acceso 11/11/2022]

SÁNCHEZ, A.B. (2014): *La encuadernación. 2. Evolución de la encuadernación*

*medieval. Guión para el vídeo:*

<https://www.youtube.com/watch?v=oTQPz2rgQZA>. Universidad Complutense de

Madrid.

VALERO, M. (2015): Encuadernación del Códice II de Nag Hammadi. *Reino artesanal,*

1. <http://reinoartesanal.blogspot.com/2015/01/codice-ii-de-nag-hammadi.html>

[último acceso 17/11/2022],

VALLADO, J.M. (2003): *Manual de encuadernación*. s.e. Gijón.



**ARQUEOLOGÍA EXPERIMENTAL CON HUELLAS HUMANAS EN YESO**  
***EXPERIMENTAL ARCHEOLOGY WITH HUMAN FOOTPRINTS ON PLASTER***

**Rodrigo González López<sup>14</sup>**

**RESUMEN:**

En este proyecto se analizan estudios experimentales previos sobre huellas humanas y se realizan una serie de experimentaciones usando yeso. Se realizan unas huellas caminando, otras cargando peso y otras corriendo para analizar las diferencias que estas tienen entre sí y compararlas con las huellas de homínido más antiguas encontradas, las de Laetoli.

**Palabras Clave:** Yeso, Huellas, Homínidos, Arqueología Experimental

**ABSTRACT:**

In this project, previous experimental studies on human footprints are analyzed and a series of experiments are carried out using plaster. Some footprints are made walking, others carrying weight and others running to analyze the differences between them and compare them with the oldest hominid footprints found, those of Laetoli.

**Key Words:** Plaster, Footprints, Hominids, Experimental Archeology

**INTRODUCCIÓN**

Las huellas son uno de los restos humanos o animales más visuales. Mediante su estudio se puede acceder a una gran información sobre los homínidos que las dejaron,

---

<sup>14</sup> Universidad Autónoma de Madrid [rodrigozalezlopez@gmail.com](mailto:rodrigozalezlopez@gmail.com)

como su sexo, altura o edad aproximada. También se puede valorar si estos llevaban una carga encima o se encontraban en una acción determinada como la caza o en una situación de peligro, aunque uno de los principales problemas que tienen las huellas es su difícil conservación. En cierta forma, el estudio de las huellas puede ofrecer una pequeña descripción de la vida de estos homínidos y del entorno en el que se encuentran. Las huellas son muy útiles especialmente en la Prehistoria Antigua para reconocer las fases de bipedismo y hacer distinciones entre diferentes especies de homínidos.

Un conjunto de huellas destacables por ser las más antiguas producidas por homínidos, son las huellas de Laetoli. Estas se encuentran en el norte de Tanzania, están fechadas hace 3,6 millones de años (Agnew y Demas, 1998:8) y pertenecen a 3 homínidos distintos que anduvieron sobre una zona con cenizas volcánicas. Su descubrimiento se dio entre 1978 y 1979 por un equipo dirigido por Mary D. Leakey (Agnew y Demas, 1998:9).

Los estudios sobre las huellas humanas comenzaron con el estudio de León Pales en 1976 y los proyectos experimentales relacionados con las huellas serían más habituales a partir del año 2000 con el desarrollo de nuevas herramientas (Ledoux *et al.*, 2021:68). Durante estas últimas décadas se han realizado estudios experimentales analizando las formas en las que distintos factores afectan a las huellas y a su preservación. Muchos de estos proyectos analizan la información que puede extraerse de los homínidos a partir de sus huellas, destacando la altura, la velocidad y el peso. También se han realizado trabajos experimentales con huellas sobre la posición al caminar de los primeros homínidos. Estos trabajos se han realizado tanto con experimentación humana como con simulaciones en programas informáticos.

Entre estos proyectos, se encuentra el de Aldo Iván Vassallo sobre el yacimiento del sitio Monte Hermoso I, en Argentina, en el que trata de estimar la velocidad de

locomoción y la edad de unos individuos a partir de las huellas humanas encontradas en este yacimiento. En este caso, el autor utiliza unas huellas ya existentes de hace 7000 mil años (Vassallo, 2021:2) y realiza un estudio sobre ellas, mientras que en otros de los proyectos que se mencionarán a continuación se realizarán unas huellas propias, como es el caso de la experimentación que se presenta en este artículo.

Otro proyecto trata de hallar la longitud de los pasos, la altura, el peso y la velocidad de los individuos que realizaron las huellas. En este proyecto realizado por Heather L. Dingwall, Kevin G. Hatala, Roshna E. Wunderlich y Brian G. Richmond (2013), se trata de rellenar estas variables con experimentación, teniendo en cuenta las huellas encontradas en Ileret, Kenya. La experimentación en este proyecto se realiza con huellas tomadas de individuos descalzos del pueblo daasanach, para realizar una comparación con las huellas prehistóricas encontradas. Se utiliza a esta población, porque el uso habitual del calzado influye en el crecimiento y desarrollo del pie (Dingwall, Hatala, Wunderlich y Richmond, 2013:557). Como esta población no acostumbra a llevar calzado, su comparación con las huellas prehistóricas ofrece un mayor acercamiento. Estas huellas realizadas experimentalmente se utilizaron para calcular la altura y el peso de los individuos a partir de ellas. Fueron tomadas a partir de 38 individuos, 19 hombres y 19 mujeres que vivían en la orilla noreste del Lago Turkana. En este proyecto al igual que en el presente, se pidió a los sujetos que realizaran unas huellas andando y otras corriendo y se fotografiaron. La conclusión que extrajeron mediante la comparación de las huellas experimentales y las pertenecientes al Pleistoceno es, que los homínidos que las dejaron iban caminando a un bajo ritmo, a excepción de uno que iba más rápido. Esta experimentación también apoya la hipótesis de que el tamaño de los homínidos aumentó en los inicios del Pleistoceno (Dingwall *et al.*, 2013:556).

Otro de los trabajos experimentales relacionados con las huellas, se encarga de estudiar la forma de las huellas y su profundidad dependiendo del material en el que aparezcan y las capas que tenga este material, se trata del proyecto de Bates, Savage, Pataky, Morse, Webster, Falkingham, Ren, Qian, Collins, Bennett, McClymont y Crompton (2013). En este caso la experimentación no se realiza a partir de unos individuos, sino que se estudia a través de simulaciones en programas informáticos.

Otra experimentación consiste en el estudio del bipedismo de los homínidos a partir de las huellas. En este campo hay un estudio que compara las huellas encontradas en Laetoli con la de humanos actuales y chimpancés para analizar cómo sería la posición bípeda en la que se realizaron las huellas de Laetoli, y estiman la velocidad de los homínidos que hicieron las huellas, caminando completamente erguidos o con una cierta flexión (Raichlen *et al.*, 2008:113). Como muestran estos ejemplos, varias de las experimentaciones tratan de averiguar la velocidad de los individuos. Otra experimentación con un carácter distinto trata sobre la forma de las huellas dependiendo de la humedad de la tierra, esta experimentación se relaciona con el yacimiento de Pilauco en Chile, donde apareció una sola huella. Este proyecto de Moreno, Bostelmann, Macías, Navarro-Harris, De Pol Holz y Pino (2019) realiza una imagen con los resultados que tiene gran utilidad y aparecerá más adelante.

Por último, otra experimentación destacable, es la relacionada con las huellas de la Cussac Cave. Esta consiste en el uso de la experimentación para comprender los distintos factores que afectan a las huellas en el proceso de su formación y una vez que ya se han formado, tomando como referencia las huellas de este yacimiento. En este proyecto se centran en las huellas que no están al aire libre, como en cuevas y en cómo fenómenos como las inundaciones y los depósitos de arcilla afectan a su conservación. Se realizan huellas experimentales de una mujer y un hombre en un terreno con gran

cantidad de arcilla, también dentro de una cueva al suroeste de Francia en la zona de la Dordogne (Ledoux *et al.*, 2021:73). Después, se someten estas huellas a inundaciones para comparar el proceso con el del yacimiento y ver la forma en la que las inundaciones afectan al mantenimiento de la huella.

Muchas de estas experimentaciones tienen algunas similitudes con la que se presenta en este artículo, especialmente en la parte en la que unos individuos realizan unas huellas para ser estudiadas y comparadas con un yacimiento, aunque en ninguna de estas experimentaciones se utiliza el yeso para las huellas, utilizándose otros materiales como la arcilla. Otra similitud es la realización de diferentes huellas caminando y corriendo que también se realizan en varios de estos trabajos de experimentación. En este, a diferencia de en los mencionados anteriormente, se realizan huellas en las que el individuo lleva una carga mientras las realiza.

Este proyecto experimental trata de facilitar a los arqueólogos el estudio de las huellas encontradas en los yacimientos, así como su análisis y la diferenciación entre los distintos tipos. Es evidente que las huellas son diferentes dependiendo de la actividad que esté desarrollando el individuo que las produce, si este salta o se encuentra cazando, las huellas serán diferentes que las que deja si se encuentra caminando. Como se ha mencionado anteriormente, la mayoría de los estudios realizados sobre las huellas, como el de Aldo Iván Vassallo (2021), relacionan las huellas con atributos físicos de los individuos en el contexto de un yacimiento real o calculan la velocidad del individuo. Pero en el caso de la experimentación que se ha realizado para este trabajo, se presenta una situación con huellas más claras, en la que se puede diferenciar entre los diferentes tipos y en la forma de generarse. Al hacerse estas huellas de forma voluntaria, no de forma involuntaria como probablemente sean las encontradas en los yacimientos, estas se encuentran mejor definidas y su estudio es más sencillo. Por ello, este experimento ofrece

la posibilidad de trazar un marco general en el que distinguir los tipos de huellas y la forma en la que se hicieron, para traspasar este conocimiento adquirido mediante la experimentación a los yacimientos. Si se descubre como se ha generado la huella, esto puede ofrecer una visión sobre la actividad que realizaba el homínido en la zona donde se encuentra la huella y si esta zona era una zona de caza o si tenía otra función específica.

La importancia de la experimentación con huellas reside en los datos que ofrecen sus estudios, como la altura o el sexo de los individuos. Además, estos estudios pueden mostrar información sobre la longitud de la zancada, una información que no se puede extraer de los huesos fósiles (Agnew y Demas, 1998:10). En este trabajo también se realiza una comparación con las huellas más antiguas realizadas por homínidos, que son las Huellas de Laetoli.

## **JUSTIFICACIÓN DE LA EXPERIMENTACIÓN**

Para lograr diferenciar los tipos de huellas es necesario el uso de la experimentación, ya que otra opción sería utilizar huellas naturales encontradas en yacimientos, y aunque se realizase un análisis profesional de estas, no se podría asegurar la forma en la que se realizaron con la misma seguridad que haciendo las huellas personalmente. La comparación entre estas huellas realizadas en la experimentación y las huellas encontradas en los yacimientos es útil para identificar sencillamente los tipos de huellas que se pueden encontrar en los yacimientos, aunque estas probablemente no se mantengan en tan buen estado de conservación debido al paso de los años. Aun considerando este método experimental el más idóneo, hay otros métodos que también pueden funcionar. Por ejemplo, la medida de la longitud del paso en el estudio de Laetoli y del sitio Monte Hermoso I (Vassallo, 2021) permiten hacer una estimación de la

velocidad de estos individuos, y conociendo la velocidad se puede intuir si esta huella se hizo corriendo o caminando. Este método también es un método viable para reconocer el tipo de huella y la forma en la que esta se hace. Otro método experimental distinto que también se puede utilizar y se ha mencionado anteriormente es el de las simulaciones a través de programas informáticos. Como se puede observar, no hay solo una opción correcta para llegar al mismo resultado, pero el enfoque aplicado en este trabajo, me parece visual, sencillo y no requiere tantos recursos, tecnología ni presupuesto como requiere la experimentación realizada con simulaciones informáticas.

## **METODOLOGÍA**

### **Materiales**

En cuanto a los materiales seleccionados para la experimentación, el principal es el material donde colocar la huella. Para esto hay varias opciones, pero debe tenerse en cuenta que la huella debe mantenerse en el material de forma permanente o al menos el suficiente tiempo para analizarla y fotografiarla. Algunas de las huellas prehistóricas encontradas se dan en ceniza volcánica, pero esta no es una opción viable para el experimento. Se ha seleccionado el yeso como material donde colocar las huellas, ya que ofrece permanencia y es un material que se puede conseguir y preparar con facilidad. Otras opciones habrían sido la arcilla, como se hizo en la experimentación relacionada con la Cussac Cave, o tal vez el cemento. El segundo factor más importante de la experimentación es en que superficie se puede colocar el yeso para la realización de las huellas. La opción que he escogido es encima de tierra, en un terreno preparado para ello, y posteriormente encima de una capa de yeso ya utilizada y solidificada. Para establecer un perímetro que llenar de yeso he realizado un marco de madera a partir de un palé. Una

posible opción que he barajado para delimitar la zona donde colocar el yeso y las huellas, era la utilización de cajas de plástico, pero como estas tienen un mayor volumen que rellenar, harían falta varias y requerirían una mayor cantidad de yeso y por lo tanto un mayor precio. Las huellas las he realizado personalmente, es decir, son huellas de hombre de 1'73 m y 71 kg de peso.

Se han utilizado una gran cantidad de materiales para la realización de esta experimentación, desde el yeso hasta los distintos útiles. Los materiales incluyen tablones de madera extraídos de un palé, clavos, cinta americana utilizada para unir dos fragmentos de un tablón dañado, herramientas como martillos y sierras, un rastrillo y una pala para preparar el terreno donde situar el marco de madera, una piedra de 16 kilos utilizada como carga y los materiales necesarios para preparar el yeso, que incluyen bolsas de yeso, un cubo y agua. Se han utilizado 18 kg de yeso.

### **Método**

El primer paso para comenzar la experimentación ha sido la creación del marco de madera. Para ello se ha llevado a cabo la extracción de los tablones de madera del palé. Con estos tablones de madera y con la formación del marco han surgido los primeros problemas, ya que la madera no era de buena calidad y se fracturaba con facilidad. Tras extraer los tablones de madera del palé, he procedido a unirlos mediante clavos para formar un rectángulo. Este rectángulo se ha dividido en tres partes iguales, separadas mediante tablones de madera para generar espacios donde representar los tres distintos tipos de huella que se analizan en este proyecto. Estos tres tipos son las huellas formadas caminando, corriendo y con una carga encima. Al unir estos tablones con clavos, uno de ellos ha sufrido una ligera fractura que se ha protegido con cinta americana para evitar la rotura.



El siguiente paso consiste en situar el marco de madera en el terreno donde se colocará el yeso. Se ha escogido un trozo de tierra aparentemente nivelado y liso para situar este marco, aunque ha habido que realizar una limpieza del terreno para extraer hierbajos con la ayuda de la pala y el rastrillo.



**Figura 1.** Marco de madera antes y después de la limpieza del terreno

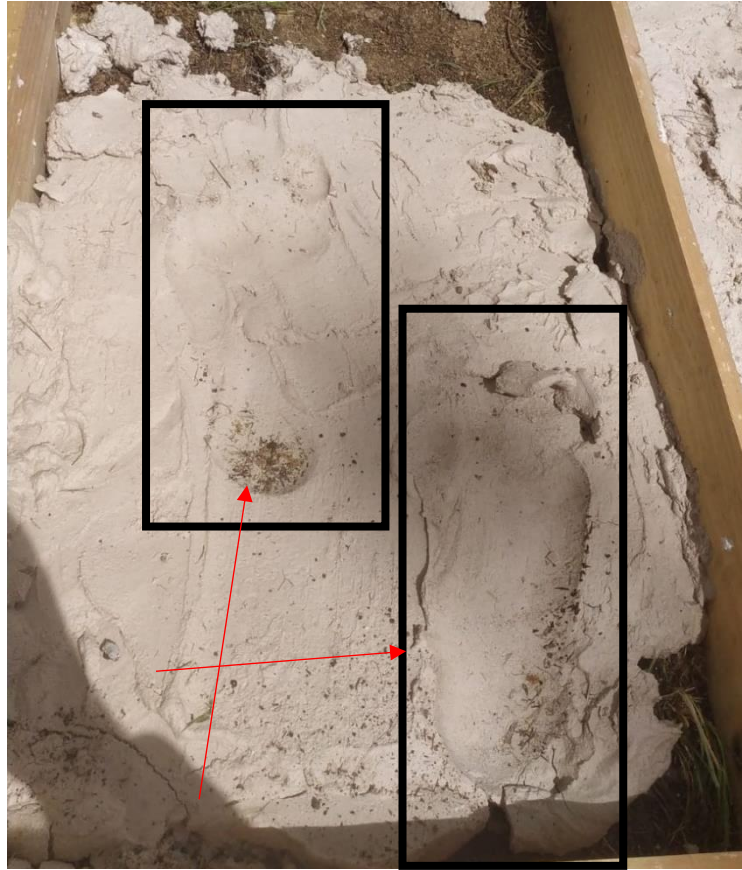
Una vez situado el marco y preparado el terreno, se ha procedido a preparar el yeso. En cuanto a cantidades de yeso, se han utilizado 4 bolsas de 4,5 kilos cada una, lo que en total son 18 kilos de yeso. Por cada bolsa de yeso se han utilizado 3 litros de agua, 12 litros de agua en total. La idea inicial era utilizar una bolsa de yeso para cada uno de los espacios, por lo que sobraría una de las bolsas que sería utilizada como reserva en el caso de necesitar más yeso. Para preparar el yeso hay que echar 3 litros de agua en un cubo y posteriormente, el yeso. La mezcla se remueve durante un minuto aproximadamente y se debe esperar a que se solidifique, lo que supuestamente son 8 minutos. Posteriormente, este yeso se ha echado en uno de los tres espacios preparados, realizando una capa lisa de yeso lista para dejar las huellas. Este es un proceso muy rápido, aunque el tiempo de fraguado es de unos supuestos 20 minutos, en la práctica es menor. Cada una de estas bolsas se han preparado por separado, preparando el yeso y aplicando las huellas correspondientes en momentos distintos.

La primera tanda de yeso se ha utilizado para representar las huellas que se realizan caminando, la segunda tanda para las huellas realizadas corriendo, la tercera tanda para las huellas realizadas con una carga de 16 kilos y la cuarta se ha utilizado para representar las huellas realizadas caminando de nuevo, pero con el yeso más húmedo.

## **RESULTADOS**

De estas 4 pruebas los resultados son diferentes y se va a proceder a su análisis a partir de las fotografías.

La figura 2 muestra los resultados de las primeras huellas realizadas caminando. En esta fotografía se puede observar como la huella derecha es más visible que la izquierda, esto es porque la derecha se hizo de forma previa a la izquierda, y en la izquierda el proceso de secado del yeso era más avanzado. En la huella izquierda se puede observar cómo lo más marcado del pie es el talón y los dedos, especialmente el hallux, cuya profundidad en el yeso es mayor que la del resto de dedos. A pesar de que tenga menor visibilidad, la huella del pie izquierdo es más útil que la del pie derecho, ya que la del pie derecho se hizo en el borde en el que se terminaba el yeso. La huella del pie izquierdo en cambio permite identificar como ha sido provocada por un individuo que caminaba, ya que el talón se encuentra más sumergido en el yeso que el resto del pie, lo cual es normal mientras se camina porque en el talón es donde se apoya inicialmente todo el peso del cuerpo en cada paso, por lo tanto, se sumerge más en la tierra o en el yeso.



**Figura 2.** Huellas realizadas caminando. Las flechas rojas que marcan el talón

La figura 3 muestra lo que sería la segunda prueba, que serían las huellas realizadas corriendo. Esta prueba fue inconcluyente, ya que el yeso se encontraba húmedo y al correr la superficie que era resbaladiza provocó que perdiera el equilibrio. Por lo tanto, esta huella no sirve más que para demostrar que no es posible marcar una huella humana mientras el individuo se encuentra corriendo en una superficie de yeso húmedo. Tal vez si el yeso estuviera más seco fuese posible, pero la huella tendría muy poca visibilidad. Si la huella hubiese quedado bien marcada, lo que probablemente se encontrase sería la presencia de los dedos y la parte delantera del pie en el yeso, sin presencia del talón o con menor presencia que en la anterior, ya que habitualmente cuando un individuo corre lo hace apoyando la parte delantera del pie primero, para generar un movimiento más rápido.



**Figura 3.** Huella fallida realizada corriendo

El terreno resbaladizo existía también en la Prehistoria, este provocaba, ya fuese voluntariamente o no, la variación de la forma de andar y de las huellas de los homínidos para no caerse (Agnew y Demas, 1998:8). Esto puede resultar en pasos más cortos y cautelosos.

La figura 4 muestra la tercera prueba en la que se procedió a realizar una huella con una carga de 16 kilos. En esta prueba se utilizó el pie derecho para la huella y una piedra como carga. El resultado de esta prueba es similar al de la primera prueba, ya que ambas se hacen caminando, en ambas destaca la marca del talón y el secado del yeso es similar. Además, en ambas huellas se puede observar como la parte media del pie es prácticamente invisible debido a que, por la forma natural del pie, está prácticamente no

hace contacto con la superficie. Cargando un mayor peso, esta prueba debería demostrar como el talón se introduce a mayor profundidad en el yeso que en las huellas de la primera prueba, debido a que hay un peso mayor haciendo una fuerza sobre el yeso. Para medir con exactitud y comprobar este resultado, se debería realizar esta huella sobre un grosor de yeso idéntico que el utilizado en el caso primero, lo cual es complicado debido a la velocidad del secado del yeso. Cuanto mayor fuese la carga utilizada en esta prueba, mayor tendría que ser la diferencia de profundidad del talón con respecto a la primera prueba. Para la comparación entre ambos resultados se debe tener en cuenta el secado del yeso ya que es un factor determinante, como se puede observar en la siguiente prueba.



**Figura 4.** Huella con una carga de 16 kilos

La figura 5 consiste en los resultados de la cuarta prueba en la que, como la segunda prueba fue inconcluyente y se había descartado la idea de generar huellas corriendo, se repitió el proceso de hacer unas huellas caminando para ver si estas se mostraban mejor que las de la primera prueba, con la diferencia de utilizar el yeso en un

estado más húmedo. En esta prueba el grosor del yeso es mayor, ya que se coloca sobre una capa de yeso seco para evitar suciedad de la tierra, y se encuentra en un estado húmedo. Debido a esta diferencia en los parámetros, las huellas son muy profundas, el hallux tiene una profundidad mayor que el resto del pie y esta forma de huella es más parecido a la que se encuentra en yacimientos como *Laetoli*.



**Figura 5.** Huella realizada caminando

### **Pros y contras del resultado**

Con esta experimentación, se han logrado un conjunto de huellas formadas de distintas formas y sobre un yeso húmedo y seco. Estas huellas permiten realizar una comparación con las encontradas en Laetoli y permiten realizar una clasificación. Algunos aspectos positivos de la experimentación es que este estudio permite la comparación con las huellas de Laetoli, otro aspecto positivo es que hay claras diferencias entre las huellas realizadas cuando el yeso está seco y el yeso está húmedo, por lo que la

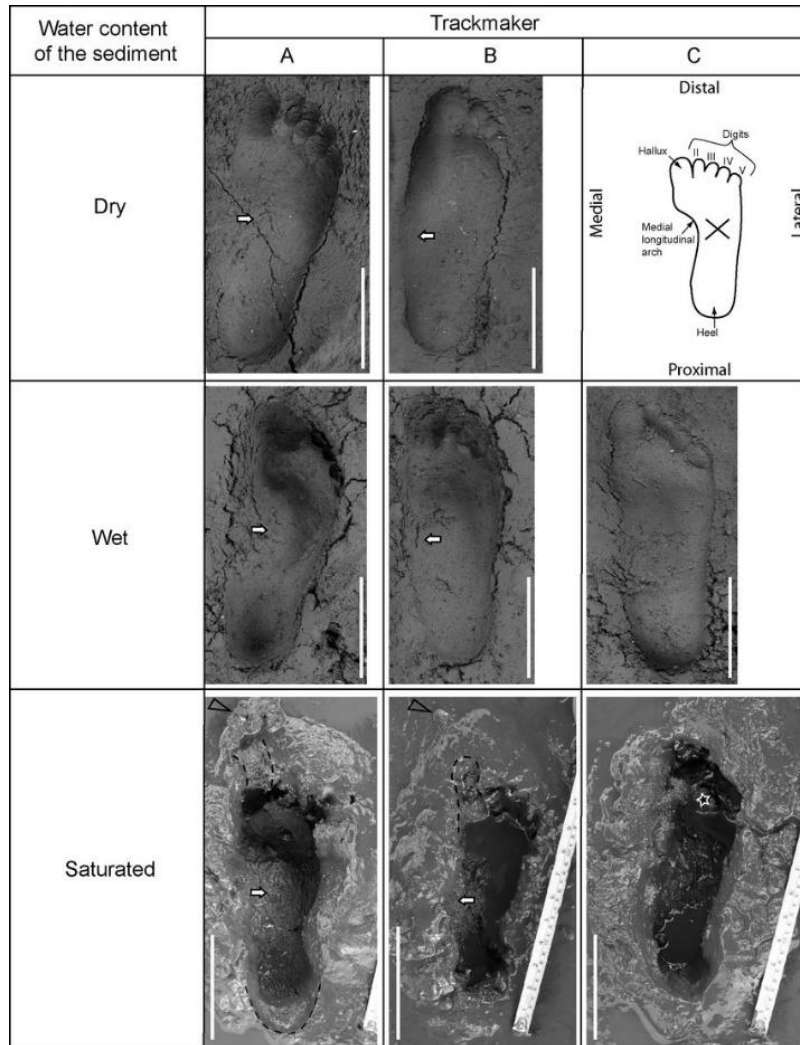
comparación de dos huellas iguales bajo un suelo diferente es válida. Por último, otro aspecto positivo de la experimentación es que permite conocer las pruebas que pueden realizarse y las que no, es decir, esta experimentación ha sido concluyente en que no es posible realizar unas huellas corriendo sobre yeso húmedo porque es inestable.

En cuanto a aspectos negativos de la experimentación, el principal es que no se ha utilizado una gran homogeneidad de normas al realizar las huellas, por ejemplo, la capa sobre la que se realizan las huellas no tiene el mismo grosor en todas las pruebas, por lo que no se pueden comparar matemáticamente las profundidades, otro aspecto negativo de la experimentación es que el análisis y la comparación es empírica y no ofrece grandes datos concretos. Para mejorar este aspecto sería más adecuado tal vez combinar huellas humanas experimentales y huellas creadas por una simulación en programas informáticos, como se ha hecho en otros trabajos experimentales. Por último, otro de los problemas de la experimentación, es que al realizar la misma persona el yeso y la huella, no se dispone de tiempo suficiente para la preparación de la huella, ya que se seca rápidamente. Para solucionar este aspecto, tal vez habría sido posible probar con otros materiales como la arcilla, lo que también permitiría comparar las huellas realizadas en arcilla y en yeso, y su comparación con las encontradas en los yacimientos.

## **DISCUSIÓN**

La figura 6 muestra una tabla fruto de una experimentación con arcilla, en la que se muestran distintas huellas realizadas. Esta tabla permite comprender los resultados de esta experimentación, y muestra la diferencia de las huellas dependiendo de la humedad. Cuando el yeso está seco, la profundidad es menor y la forma del pie que se refleja en la huella coincide relativamente con la real, aunque se marcan especialmente el talón y los

dedos. Cuando el yeso está húmedo, la profundidad es mayor, destacando igualmente el talón que tiene más profundidad que el resto del pie, pero la forma del pie aparece con cierta deformación.



**Figura 6.** Comparación de la impresión de las huellas según el nivel de agua del sedimento (Moreno, Bostelmann, Macías, Navarro-Harris, De Pol Holz y Pino, 2019:9)

Es importante tener en cuenta para la experimentación, donde se dirige la mirada del individuo que hace las huellas y la orientación de su cuerpo, ya que estos factores provocan cambios en la presión ejercida sobre el terreno, al igual que el transporte de una



carga (Agnew y Demas, 1998:10). Hay una gran serie de variables en torno a las huellas, no es un elemento de estudio tan sencillo.

En cuanto a las Huellas de Laetoli, algunos investigadores defienden que los homínidos que realizaron las huellas caminaban de una forma similar a la actual, pero es posible que esto no fuera así, lo que complicaría la comparación de las huellas. Aunque haya trabajos que estudian la postura bípeda de estos homínidos como el de Raichlen, Pontzer y Sockol (2008), sigue habiendo un debate sin resolver sobre este tema. La longitud de paso dada en estos homínidos es similar a las de los humanos actuales, lo cual es un factor que se debe tener en cuenta, pero hay una diferencia y es que los estudios indican que el ritmo de estos homínidos es inferior que el del humano normal actual (Raichlen, Pontzer y Sockol, 2008:113).

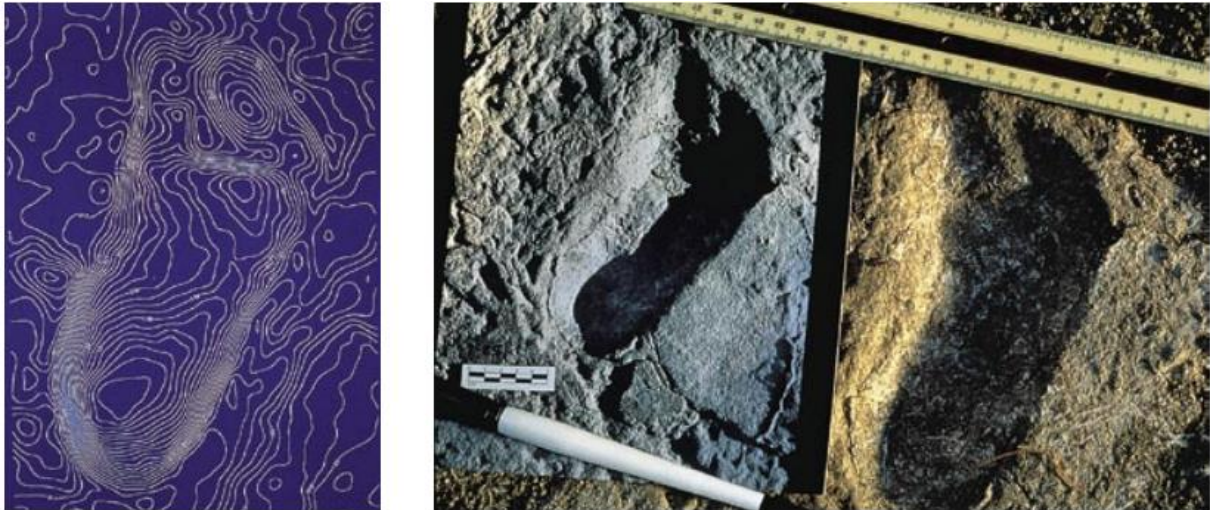
Con los resultados de esta experimentación se puede hacer una pequeña comparación con las huellas encontradas en Laetoli, aunque se deben tener en cuenta los factores mencionados anteriormente relacionados con el bipedismo y que el terreno en el que las huellas han aparecido no es el mismo que el utilizado en la experimentación, por lo que es una comparación un tanto empírica.

Una de las principales diferencias es que en Laetoli, las huellas no tienen una forma parecida al pie humano, por lo menos al actual. Como se puede ver en la figura 7, las huellas tienen distinto tamaño entre ellas, pero coinciden en que son más profundas que las realizadas en la experimentación. A las que más se parecen son a las huellas de la cuarta prueba de la experimentación, las que se hicieron cuando el yeso estaba húmedo y la forma de la huella adquiere una modalidad distinta, más ancha y profunda. Este parecido a la cuarta prueba y la clara diferencia con el resto de las pruebas puede deberse a que el terreno de Laetoli en el momento de la realización de las huellas era más húmedo o a que la forma del pie era distinta. Se debe recordar que en Laetoli la base era ceniza

volcánica y en el experimento era yeso. La distinción de la forma del pie es más visible en la figura 8, en la que aparece un plano de una huella de Laetoli en la que destacan la profundidad del talón y de los dedos, especialmente del hallux. La mayor profundidad en Laetoli, puede deberse al peso o a la humedad del terreno.



**Figura 7.** Huellas de Laetoli (Agnew y Demas, 1998:14)



**Figura 8.** Huellas de Laetoli (Agnew y Demas, 1998:11)

En cuanto a si estas huellas se hicieron caminando o corriendo, habría que fijarse en la marca del talón y en como esta es de profunda, pero como las Huellas de Laetoli son más parecidas a la de la cuarta prueba, tienen una profundidad considerable y las partes del pie no son especialmente reconocibles, no se puede ofrecer una respuesta segura según este criterio. Aunque, teniendo en cuenta la longitud del paso, todo parece indicar que se hicieron mientras los individuos caminaban.

## **BIBLIOGRAFÍA**

AGNEW, N. y DEMAS M. (1998): “Conservación de las huellas de Laetoli”.

*Investigación y ciencia*, 266, 8-18.

BATES, K., SAVAGE, R., PATAKY, T., MORSE, S., WEBSTER, E., FALKINGHAM, P., REN, L., QIAN, Z., COLLINS, D., BENNETT, M., MCCLYMONT, J. y CROMPTON, R. (2013): “Does footprint depth correlate with foot motion and pressure?” *Journal of the Royal Society Interface*.

- BENNETT, M. y MORSE, S. (2014): *Human footprints: Fossilised locomotion?*, Springer International Publishing.
- DINGWALL, H., HATALA, K., WUNDERLICH, R. y RICHMOND, B. (2013): “Hominin stature, body mass, and walking speed estimates based on 1.5-million-year-old fossil footprints at Ileret, Kenya.” *Journal of Human Evolution* 64, (6), 556-568.
- LEDOUX, L., BERILLON, G., FOURMENT, N. y JAUBERT, J. (2021): “Reproduce to Understand: Experimental Approach Based on Footprints in Cussac Cave (Southwestern France)”. En: Pastoors, A. y Lenssen-erz, T. *Reading Prehistoric Human Tracks*. Springer
- MORENO, K., BOSTELMANN, J., MACÍAS, C., NAVARRO-HARRIS, X., DE POLHOLZ, R. y PINO, M. (2019): “A late Pleistocene human footprint from the Pilauco archaeological site, northern Patagonia, Chile”. *PLoS ONE* 14 (4).
- RAICHLEN, D., PONTZER, H. y SOCKOL, M. (2008): “The Laetoli footprints and early hominin locomotor kinematics”. *Journal of Human Evolution* 54, 112-117.
- VASSALLO, A. (2021): “Estimaciones de la edad, velocidad de locomoción y posible actividad a partir de las huellas humanas del sitio Monte Hermoso 1.” *Revista Argentina De Antropología Biológica*, 23, (2).

**LA ELABORACIÓN DE PEGAMENTO MEDIANTE EL USO DE CORTEZA  
DE ABEDUL  
*MAKING GLUE BY USING BIRCH BARK***

**Jesús Adrián Merino González<sup>15</sup>**

**RESUMEN:**

El pegamento elaborado en base a corteza de abedul es uno de los adhesivos más antiguos que conocemos. Asociado al *homo neandertalensis*, la cremación de corteza de abedul con el fin de obtener alquitrán da como resultado un adhesivo muy eficaz y de sencilla elaboración dependiendo del método que usemos o la cantidad de calor que utilicemos. A través de 4 experimentaciones, se abordarán distintos aspectos relacionados con la elaboración de este adhesivo, siendo el caso del proceso de elaboración, los resultados obtenidos y las distintas dificultades que surgieron a la hora de obtener este pegamento.

**Palabras Clave:** Pegamento, corteza de abedul, brea, prehistoria, arqueología experimental

**ABSTRACT:**

The glue made from birch bark is one of the oldest adhesives we know. Associated with *homo neandertalensis*, the cremation of birch bark in order to obtain tar results in a very effective and simple adhesive depending on the method we use or the amount of heat we use. Through 3 experiments, different aspects related to the production of this adhesive

---

<sup>15</sup> Universidad Autónoma de Madrid. [Jesusa.merino@estudiante.uam.es](mailto:Jesusa.merino@estudiante.uam.es)

will be addressed, being the case of the manufacturing process, the results obtained and the different difficulties that arose when obtaining this glue.

**Key words:** Glue, birch bark, pitch, prehistory, experimental archaeology

## INTRODUCCIÓN

Las investigaciones sobre el hombre y la elaboración de adhesivos orgánicos ha sido foco de investigación en los últimos años. El interés de estos proyectos de investigación viene determinado por ser una evidencia de complejidad de pensamiento de nuestros antepasados del Paleolítico (Kozowyk *et al.*, 2020). Los primeros pegamentos realizados por acción antrópica fueron realizados en el Paleolítico Medio utilizando materiales como la resina o el alquitrán producido por maderas resinosas como el abedul (Kozowyk *et al.*, 2017a). En el caso europeo y relacionado con la elaboración de pegamentos utilizando corteza de abedul, vemos que estos adhesivos han sido asociados al *homo neandertalensis*, lo que permitiría atribuirles una mayor complejidad de pensamiento junto con un gran manejo del fuego y de la decantación del alquitrán (Roebroeks y Soressi, 2016).

Como se ha mencionado, estos primeros adhesivos podemos encontrarlos en contextos del Paleolítico Medio europeo. En Europa, se estima que el desarrollo de la fabricación de adhesivo utilizando maderas resinosas como el pino o el abedul podría encontrarse entre el 300-200 ka (Kozowyk *et al.*, 2017b), mientras que en otras regiones como África los restos más antiguos han sido fechados cerca del 70 ka (Kozowyk *et al.*, 2017b). Los restos más significativos a nivel europeo los podemos encontrar en áreas de Centroeuropa (Indel-Altdorf y Konigsau, Alemania) o en áreas de Europa Mediterránea

(Campitello, Italia) y Oriental (Sterosele, Ucrania) (Kozowyk *et al.*, 2020). Por ejemplo, en el yacimiento de Campitello se encontraron 2 piedras con restos de adhesivos con trazas de corteza de abedul, datándose cerca del 187 ka a través de las cenizas y los restos adheridos a la piedra (Barham, 2013).

Con anterioridad hemos destacado que los adhesivos realizados con corteza de abedul están asociados al Neandertal, uno de nuestros antepasados dentro de la cadena evolutiva humana y que habito Europa alrededor del 500 ka (conservamos restos en Atapuerca fechados alrededor del 480 ka) y que se extinguieron cerca del 40 ka (Barham, 2013). Esta especie se caracteriza por la robustez de sus cuerpos y por la vellosidad de estos, siendo un género humano adaptado a las necesidades del clima de aquel entonces, la era glacial. Esta necesidad de adaptación al gélido frío glacial los llevará a ocupar cuevas y abrigos rocosos para resguardarse del frío, pero también a desarrollar una actividad cinegética volcada en animales de gran tamaño para poder alimentarse. Sabemos que eran capaces de manejar el fuego, enterraban a sus difuntos y se cree que podría ser la primera especie humana con sentido artístico, hipótesis que se sustentan en los patrones decorativos hallados en Gorham Cave (Gibraltar). Esta especie, con el fin de las glaciaciones y el avance del *Homo Sapiens*, irá desapareciendo hasta que alrededor del 40 ka se extinguiesen. Respecto al contexto geológico en el que ubicamos estos primeros adhesivos, nos encontramos en el Pleistoceno Medio, un período de grandes extremos climáticos, alternando grandes períodos de frío extremo con otros de clima templado, lo que habría llevado a nuestros antepasados a una adaptación constante al medio en el que vivían (Barham, 2013). Este clima extremo habría dificultado la obtención de alimentos, siendo necesarios los útiles de caza para poder obtener una fuente de sustento. No solo debemos tener en cuenta la escasez de alimentos sino la subsistencia de estos grupos, resultando de vital importancia la obtención de lugares resguardados del

frío como abrigos rocosos y cuevas donde resguardarse del frío. El uso del fuego será de vital importancia para estos grupos tanto para calentarse como para iluminar los lugares que ocupan, contando con evidencias de hogueras en los distintos yacimientos a esta especie (Roebroeks y Soressi, 2016).

Este trabajo tiene como objetivo mostrar el resultado de 4 experimentaciones a través de las cuales se intentó obtener la brea con la que se realizaban estos adhesivos. Para ello, se atenderán a aspectos como los materiales utilizados, el proceso que se ha seguido para realizar estas experimentaciones y los resultados obtenidos. También se plantearán las dificultades que surgieron durante la experimentación y las conclusiones obtenidas tras haber estudiado los distintos procesos. A su vez, al final del trabajo se adjuntan fotografías sacadas durante las experimentaciones y cuyo propósito es ilustrar la información aportada en este trabajo y la mejora del proceso en futuras experiencias.

## **EXPERIMENTACIÓN Y METODOLOGÍA**

### **Materiales utilizados**

El material utilizado para esta experimentación ha sido la corteza de abedul. El abedul (*Betula*) es un árbol caducifolio que podemos hallar en distintas zonas del hemisferio norte, predominando en zonas septentrionales como los países nórdicos. Esta especie se caracteriza por una corteza de color blanquecino, suave y con grandes cualidades resinosas, lo que habría llevado a los neandertales a usarla junto con el pino<sup>16</sup>. La corteza de abedul era utilizada como medio para obtener alquitrán. Este es una sustancia viscosa de color oscuro, producida por la pirolisis o la gasificación de la biomasa (Kozowyk *et al.*, 2017a). La pirólisis de la corteza de abedul no solo produce

---

<sup>16</sup> Información extraída de: <https://www.britannica.com/plant/birch> (Última consulta el 20/05/2022).



esta sustancia oscura, sino que también produce una gran cantidad de ceniza que queda concentrada en los soportes superiores que utilizamos y que se estima que podría haber sido utilizada como material para elaborar pinturas y pigmentos<sup>17</sup>.

Respecto a los usos del alquitrán en la Prehistoria, muchos útiles asociados al Neandertal muestran evidencias de uso de brea como adhesivo (Adams, 2005). La elaboración de este material, como se ha expresado anteriormente, requería una mayor capacidad cognitiva, dado a que exigía un control constante de la temperatura, la extracción y manipulación de la brea y su posterior administración en los distintos útiles (Adams, 2005). La brea ha recibido múltiples usos desde el Neandertal, observando que ha sido utilizada como adhesivo o como aislante frente al agua para la preservación de madera, como ocurre en el caso de los barcos (Kozowyk *et al.*, 2017a). También se piensa que esta sustancia pudo haber sido utilizada para elaborar vestimenta por parte de estas comunidades neandertales, tesis sobre la cual trabaja el profesor Baker (2021). Partiendo de la base de que no tenemos evidencias de tejidos hasta el 50 ka, Baker plantea que la brea en calidad de adhesivo habría permitido la unión de distintas pieles de animales que conformarían primitivas vestimentas con las que protegerse del frío glacial, tomando como referencia estudios etnográficos sobre culturas como los Inuit (Baker, 2021).

### **Experimentaciones**

Este trabajo se realizó siguiendo 4 experimentaciones cuyo propósito era obtener alquitrán mediante la pirólisis de la corteza de abedul. Como condición previa a las 4 experimentaciones, se realizó una fosa de 65 cm de ancho por unos 45 cm de alto con el propósito de utilizarla para concentrar el calor y favorecer la condensación necesaria para que se produzca el alquitrán. A su vez, en la parte baja de la fosa se realizó un pequeño

---

<sup>17</sup> Información extraída de: [https://youtu.be/\\_2Q3wNVkPAU](https://youtu.be/_2Q3wNVkPAU) (Última consulta el 21/05/2022).

agujero de abertura estrecha con el propósito de favorecer la decantación y acumular la brea en este depósito (fig. 1). No obstante, las condiciones meteorológicas no favorecieron la buena conservación de este, ya que el corrimiento de sedimentos y las lluvias derivaron en la inutilización de este. Es por ello que tras la primera experimentación se decidió tapar esta abertura y cubrir la parte baja de la fosa con piedras de pequeño tamaño, con la intención de intentar concentrar calor desde la parte inferior y preservar las tiras de corteza de la humedad de la fosa (fig. 2). Para formar el alquitrán se dispusieron 5 piedras de gran tamaño formando un círculo y el espacio sobrante fue relleno con tierra y así evitar la entrada de aire o agua. Toda la estructura queda tapada con una losa de pizarra, donde se situaron piedras de menor tamaño para dejar únicamente 1 entrada de aire y otra de salida. En esta estructura se desarrollaron la primera, la tercera y la cuarta experimentación. La segunda experimentación se realizó en una estructura más simple y que habría sido la primera en ser utilizada por los neandertales. Esta consistía en un conjunto de piedras conformando una especie de paravientos, con una sola entrada y salida de aire y donde los huecos entre piedras fueron tapados con tierra.



**Figura 1:** Preparación de la fosa, con el orificio de decantación en la parte central



**Figura 2:** Cortezas preparadas para iniciar la pirólisis en la primera experimentación

No obstante, existen otros métodos a través de los cuales podemos procesar este adhesivo, pero que se descartaron por falta de tiempo o su falta de rigor histórico respecto al momento que pretendemos estudiar. Uno de ellos responde a un sistema similar al

primero que hemos planteado, pero en el cual se introduce una particularidad respecto al uso de la arcilla o en algunos casos, latas metálicas. En este modelo, la corteza es depositada dentro de un depósito bien de arcilla o metálico, el cual es cerrado en su totalidad y sobre el cual se dispone el fuego con la intención de obtener un alquitrán refinado, el cual se deposita en una cámara inferior (Baker, 2021). Este método ha sido probado por Baker (2021) a la hora de evaluar la eficacia de este adhesivo, pero también las formas de poder elaborar este alquitrán. No obstante, el mismo reconoce que este es un método que no habría sido realizado por los neandertales y que en todo caso podríamos hablar de sistemas parecido, pero usando arcilla, pero serían más tardíos al Neandertal, y, por consiguiente, lo asociaríamos al *Homo Sapiens* (Baker, 2021).

### ***Primera experimentación***

La primera experimentación se realizó el día 25 de abril. Para ello se depositaron alrededor de 100 gramos de corteza de abedul, a los cuales se prendió fuego gracias a un soplete (fig. 3). Tras dejar pasar unos minutos a que la corteza quemase bien y se fuese formando brasa en la parte inferior, la fosa fue tapada con la losa de pizarra, dejando los agujeros de entrada y salida anteriormente mencionados. Durante la experimentación se puso a llover de manera intensa, causando una gran humedad y entrando agua dentro de la fosa, lo que derivó en que las brasas se apagasen y no se produjese apenas acumulación de brea en las paredes de esta. Las cortezas fueron retiradas y conservadas para ser reutilizadas para la siguiente experimentación, dado a que muchas de ellas apenas se quemaron.



**Figura 3:** Fotografía correspondiente a la primera experimentación una vez iniciada la pirólisis

### *Segunda experimentación*

Ante las dificultades meteorológicas, las siguientes experimentaciones se hicieron una vez acabase el temporal de lluvia. En este caso, la segunda experimentación se realizó el 5 de mayo. En esta se optó por utilizar el segundo método expuesto líneas más arriba, depositando en su interior aproximadamente 50 gramos de corteza de abedul (fig. 4). El método seguido es muy similar al expuesto en la primera experimentación, pero en este hay una mayor entrada de aire y se concentra menos calor. La pirolisis duró 20 minutos, pero los resultados no fueron los esperados, observando que apenas se formó brea, pero sí una gran cantidad de ceniza. Esto pudo deberse a la dispersión de la temperatura, como se ha mencionado anteriormente, pero también por el fuerte viento de aquel día, donde fue necesario avivar el fuego en algunos momentos al cortarse en algunos momentos la pirólisis.



**Figura 4:** Fotografía correspondiente a la segunda experimentación

### *Tercera experimentación*

Ante los escasos resultados de la segunda experimentación, se optó por volver al primer modelo. Debido a las lluvias, la fosa excavada sufrió alteraciones por el desplazamiento de sedimentos, causando graves daños en la pequeña abertura abierta en la parte inferior. Se decidió tapar el agujero y forrar la parte inferior con pequeñas piedras con el propósito de concentrar más calor, a la vez que se allanó la base de la fosa para un mayor acomodo de las piedras de los laterales y de las cortezas. En este caso se volvió a utilizar 100 gramos, donde se incluyó 10 gramos de corteza deshidratada de abedul en la parte inferior. Repitiendo el proceso descrito en la primera experimentación, las cortezas permanecieron 30 minutos en combustión y los resultados fueron más favorables, logrando extraer 0'06 gramos de alquitrán de la superficie de las piedras. En esta ocasión, el depósito, al quedar mejor cubierto y manteniendo una temperatura superior, permitió una mayor acumulación de brea en las superficies rocosas. Para extraer la brea de la superficie rocosa se recurrió al uso de una lámina de sílex, con la cual se raspó la roca y

posteriormente se formaron pequeñas bolitas con el propósito de almacenar el alquitrán producido.

#### ***Cuarta experimentación***

Tomando como referencia los resultados obtenidos en la tercera experimentación, en este intento se aumentó la cantidad de corteza de abedul a 150 gramos, repitiendo el proceso descrito anteriormente. Esta última experimentación fue la que tuvo mejores resultados, logrando recoger cerca de 0'4 gramos de alquitrán. No obstante, en esta ocasión, y para maximizar la recogida de lo producido, se extrajeron las piedras del interior y se procedió al raspado de estas con una lámina de sílex, intentando sacar el mayor contenido posible.

Para finalizar con este apartado, el proceso seguido en esta experimentación fue documentado en forma de vídeo, en el cual se narran los pasos seguidos durante el experimento y donde puede observarse como se recogen las muestras o el estado que muestra esta sustancia una vez tiene lugar la pirólisis de la corteza de abedul.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

A través de las 4 cuatro experimentaciones se logró obtener la cantidad de 0'46 gramos de alquitrán, el cual se conservó mediante la formación de una bola (fig. 5).



**Figura 5:** Cantidad recogida de brea en las cinco experimentaciones

Esta cantidad puede resultarnos muy insuficiente para la totalidad de los recursos empleados, lo que nos puede llevar a plantear distintas problemáticas que expliquen la razón por la cual no se lograron obtener los resultados esperado:

1. **Falta de regulación de la temperatura:** Esta puede ser una de las razones a través de las cuales explicar la escasez de alquitrán obtenido. Las investigaciones consultadas a la hora de realizar el trabajo estimaban que habría que llevar a cabo una pirólisis entre los 300-500 °C durante el espacio de una media hora (Kozowyk *et al.*, 2017b). Al no haber llevado a cabo un control de la temperatura durante los experimentos o porque era necesario haber creado un espacio más amplio donde la ventilación hubiese permitido que se disipases el calor.

Un factor que podría explicar la escasez de alquitrán producido sería el propio exceso de temperatura, donde el material podría llegar a haberse evaporado durante o proceso. Es por ello que estimo necesario realizar controles de



temperatura en futuras repeticiones del experimento, siguiendo los parámetros seguidos en otras experimentaciones.

2. **Condiciones meteorológicas:** Anteriormente se ha destacado que una de las experimentaciones estuvo marcada por la lluvia, lo que alteró los resultados obtenidos y también provocó modificaciones en la fosa excavada. Para elaborar este adhesivo es necesario crear un espacio donde la humedad o el agua no pueda entrar y de esta manera poder mantener la combustión el tiempo necesario para que se produzca el alquitrán.
3. **Capacidad adhesiva del alquitrán producido:** La cantidad producida no llegó a solidificarse por completo una vez extraída, siendo posible su alteración incluso en frío. Se comprobó su capacidad adhesiva con algunos elementos presentes cerca del lugar de la experimentación (adhesión de ramitas de los árboles cercanos o incluso a la propia piedra donde se recogieron las muestras), observando que si cuenta con estas capacidades adhesivas asociadas a esta.

Para comparar estas capacidades adhesivas sería interesante demostrar su eficacia comparada con otras cortezas vegetales como podría ser el caso del pino, estudio sobre el cual ha profundizado Kozowyk *et al.* (2017). Este observa que mientras el adhesivo producido por la pirólisis de corteza de abedul lo solemos detectar asociado al neandertal, el que se realiza con corteza de pino está más presente en períodos posteriores y tiene una mayor presencia en el registro arqueológico (Kozowyk *et al.*, 2017a).

A través de los resultados obtenidos y los recursos fotográficos y en vídeo que se han recogido podemos aprender de los errores cometidos, pero también permitirá mejorar los resultados en ensayos posteriores. A su vez, sería interesante que en otros experimentos se llevaran a cabo comparaciones con otros materiales, como podría ser el

caso de la corteza de pino, o la introducción de nuevos métodos para producir este alquitrán, siendo interesante el uso de recipientes elaborados con arcilla y que han sido señalados anteriormente. Un elemento que podemos constatar a través de la realización de esta experimentación es la importancia que tiene para el estudio de la capacidad cognitiva del *Homo Neandertalensis*, dado a que requiere un alto conocimiento a la hora de controlar el fuego y poder mantenerlo, pero también la voluntad de estos a la hora de procesar este adhesivo. Hemos destacado que pudo tener usos relacionados con la elaboración de las primeras piezas de vestimenta, aún muy rudimentarias y que distan mucho de ser como los tejidos conservados en el Neolítico (Baker, 2021).

## **CONCLUSIONES**

El principal objetivo de esta experimentación ha sido la reconstrucción del proceso de elaboración de pegamento de corteza de abedul. Aunque los resultados no han sido los esperados, debido a la ausencia de unas verdaderas condiciones que produjese una pirolisis- a pesar de ello, este trabajo nos permite acercarnos a una de las elaboraciones más antiguas asociadas al Neandertal y que permite detectar elementos como una mayor capacidad cognitiva al necesitarse un alto conocimiento del manejo del fuego.

El proceso de elaboración del adhesivo, aparentemente sencillo a simple vista, cuenta con una gran complejidad a su vez por factores como podrían ser el control de la temperatura o de las condiciones medioambientales y la presencia mayor o menor de oxígeno y aireación durante el proceso. Es por ello que en futuras experimentaciones sería interesante realizar investigaciones comparando las cualidades del pegamento elaborado con corteza de abedul con otras maderas como podría ser el caso del pino. También sería

interesante llevar a cabo un estudio de las propiedades de estos adhesivos y compararlos con otros más elaborados de períodos anteriores y estudiar las cualidades de estos y la relevancia que tuvo para el desarrollo tecnológico dentro de la Prehistoria.

## **BIBLIOGRAFÍA**

ADAMS, R.D. (2005). *Adhesive Bonding: Science, Technology and Applications*. Elsevier, Cambridge, England.

BAKER, P. (2021). “Birch Bark Glue and its Potential Use in Neanderthal Clothing: A Pilot Study”. EXARC.

BARHAM, L. (2013). *From Hand to Handle*. Oxford: Oxford University Press.

KOZOWYK, P., POULIS, J. y LANGEJANS, G. (2017). “Laboratory strength testing of pine wood and birch bark adhesives: A first study of the material properties of pitch”. *Journal of Archaeological Science*, 13, 49-59.

KOZOWYK, P., SORESSI, M., POMSTRA, D. y LANGEJANS, G. (2017b): “Experimental methods for the Palaeolithic dry distillation of birch bark: Implications for the origin and development of Neandertal adhesive technology”. *Scientific Reports*, 7(1), 8033.

KOZOWYK, P., VAN GIJN, A. y LANGEJANS, G. (2020). “Understanding preservation and identification biases of ancient adhesives through experimentation”. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 12(9).

RAGEOT M., LEPÈRE C., HENRY A., BINDER D., DAVTIAN G., FILIPPI J.-J., FERNÁNDEZ X., GUILAINE J., JALLET F., RADI G., THIRAUT E.,

TERRADAS X. y REGERT M. (2021). “Management systems of adhesive materials throughout the Neolithic in the north-west Mediterranean”, *Journal of Archaeological Science* 126.

ROEBROEKS, W. y SORESSI, M. (2016). “Neandertals revised”. *Proceedings of the National Academy of Sciences - PNAS*, 113(23), 6372-6379.

## **RECURSOS WEB**

BRITANNICA. *BIRCH*. <https://www.britannica.com/plant/birch> (Último acceso 20/05/2022).

MAKE IT PRIMITIVE. *Making primitive birch tar glue, the simple way*. <https://youtu.be/2Q3wNVkPAU> (Último acceso 21/05/2022).