

BOLETÍN DE ARQUEOLOGÍA EXPERIMENTAL

Número 9

2010-2012



UAM
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE MADRID



MINISTERIO
DE ECONOMÍA
Y COMPETITIVIDAD

FECYT

FUNDACIÓN ESPAÑOLA
PARA LA CIENCIA
Y LA TECNOLOGÍA



ÍNDICE

- Sobre los “Rabots” o cepillos del mesolítico de muescas y denticulados: gesto de utilización e implicaciones tecnológicas.** *Felipe Cuartero*
Monteagudo..... pág. 3
- Experimentación de enmangue de palas y/o azadas líticas.***Susana*
Pérez..... pág. 13
- Los pigmentos en la prehistoria: proyecto de experimentación térmica con óxidos e hidróxidos de hierro.**
Carla Álvarez pág. 25
- Estudio de las huellas de uso en los orificios de los colgantes de hueso del magdalenense.**
Marta Sintés Rodríguez San Pedro..... pág. 43
- Experiencia del proceso de obtención de marcas de pisadas en material óseo según el tipo de sedimento y la profundidad.**
Miriam Saqqa Carazo..... pág. 65
- Punzones de hueso: una observación traceológica.**
Miguel Pedrero Naranjo.....pág. 78
- Compendio y análisis de la experimentación arqueológica con vistas al megalitismo.**
Rodrigo Octavio Tirado Salazar..... pág. 86
- Desgrasantes y cocción cerámica.***Karla A. Chong*
Bejarano..... pág. 94
- Tjehmed: reproducción de fayenza en el laboratorio de arqueología experimental de la Universidad Autónoma de Madrid.** *Gema Frigolet Vela, Paula Cristóbal*
Horcajo..... pág. 103
- Experiencias sobre puntas de palmela: producción, batido en frío y afilado.***Iván Ruiz*
Ortega..... pág. 110
- De la investigación a la difusión: la experimentación como recurso didáctico en la elaboración de modelos de divulgación y puesta en valor del patrimonio arqueológico.***Diego Martín Puig, Felipe Cuartero Monteagudo, Daniel Rubio Gil, Daniel Sanmartí Esteban*....pág.125

EDICIÓN

Javier Baena Preysler

Daniel Rubio Gil

Irene Ortiz Nieto-Márquez

COLABORADORES

**Departamento de Prehistoria y
 Arqueología de la UAM. Servicio de
 Publicaciones de la Universidad
 Autónoma de Madrid.** Dep. Prehistoria y

Arqueología Ciudad Universitaria

Cantoblanco28049 Madrid –

SpainJavier.Baena@uam.es

ISSN electrónico: 2530-3554

ISSN impreso: 1138-9354

CONDICIONES EDITORIALES

Cada número del boletín será cerrado con los trabajos recibidos a lo largo del año siguiente. Este Boletín tiene una periodicidad plurianual.

El tamaño aproximado de los trabajos será de dos a 20 hojas DIN A4, a doble espacio y letra estándar (Times New Roman o similar), así como una página con ilustraciones con suficiente calidad.

El carácter de esta revista es gratuito, pudiendo consultarse en:
<http://www.uam.es/otros/baex/>

Esta publicación se enmarca dentro del proyecto: ALGO MAS QUE BIFACES: HACIA LA DEFINICION TECNICA Y TECNOLOGICA DE LOS CONJUNTOS LITICOS DEL PLEISTOCENO DE LA REGION DE MADRID. HAR2010-20151

SOBRE LOS “RABOTS” O CEPILLOS DEL MESOLÍTICO DE MUESCAS Y DENTICULADOS: GESTO DE UTILIZACIÓN E IMPLICACIONES TECNOLÓGICAS

Felipe Cuartero Monteagudo¹

Resumen: Los denominados cepillos o *rabots* representan una categoría de utillaje frecuente entre las facies denominadas macrolíticas del Mesolítico europeo. Su funcionalidad no siempre ha sido bien comprendida, más aun teniendo en cuenta su aspecto tosco y masivo entendido como *de aspecto arcaizante* en las descripciones tipológicas que se establecen para este periodo. En el presente texto se exponen una serie de experiencias en torno a su uso, producción y reavivado que permiten dotar de significado tecnológico parte de los repertorios de industria lítica de este periodo. El objetivo de este trabajo, además del propio reconocimiento de la eficacia de los útiles analizados, es transmitir algunos medios por los que se adquiere conocimiento empírico en torno a una problemática arqueológica a experimentar.

INTRODUCCIÓN: PLANTEAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA Y PRIMERAS EXPERIENCIAS

El presente trabajo parte del interés por conocer las posibilidades funcionales de los cepillos (*rabots*) reconocidos en los trabajos de campo y análisis del material arqueológico obtenido en la primera campaña de excavación de Parque Darwin (2006), un yacimiento al aire libre ubicado en el área urbana de Madrid. El yacimiento se pudo detectar gracias a las obras de ampliación de la red de carreteras urbanas (acceso a la M30 desde la A3) y se excavó inicialmente bajo coordinación de la Universidad Autónoma de Madrid, Audema y laDGP de la Comunidad de Madrid. Desde el reconocimiento del yacimiento llamó la atención la enorme cantidad de carbones (así como algunas bellotas carbonizadas) asociados a una industria lítica aparentemente tosca y *arcaizante*, poco diagnóstica, compuesta principalmente por denticulados, muescas y un elevado número de lascas así como algunos otros útiles “de sustrato” y núcleos de morfología discoide. La fauna, escasa y en deficiente estado de conservación, permitió reconocer en campo *Oryctolagus cuniculus* y *Sus* sp. El estudio geoarqueológico y las primeras dataciones permitieron adscribir el yacimiento al Holoceno con una cronología radiocarbónica. 8500 a BP, siendo la industria lítica adscrita al Mesolítico llamado *de Muecas y denticulados* (MMD) definido en otras áreas peninsulares, especialmente en el Norte y Noreste (en buena parte del Valle del Ebro, Euskadi y Catalunya, más puntualmente en otras zonas como el País Valenciano).

“Las muestras obtenidas en la recogida de materiales del perfil por parte de la empresa AUDEMA2, han proporcionado para restos de sedimentos ricos en carbones y cenizas una fecha inicial en carbono convencional de 8470+/- 70 BP que calibrada a dos sigma ofrece una datación de Cal BC 7600 a 7450 (Cal BP 9550 a 9400) así como Cal BC 7390 a 7370 (cal BP 9340 a 9320) los que ofrece un rango con una probabilidad de asignación del 95%.” (Pérez González *et al.*, 2007)

¹Universidad Autónoma de Madrid. (UAM). felipe.cuartero@uam.es

De entre todo el utillaje caracterizado en esta primera campaña nos llamó poderosamente la atención una serie de piezas macrolíticas, de filo denticulado y frente abrupto. Tales piezas, cuyo aspecto se asemeja al de raederas tipo Quina (por la configuración de frentes abruptos y escalonados) han sido interpretadas como *cepillos* (ver *Figura 1, Figura 3, Figura 4, Figura 5*). Las características morfológicas principales se describen a continuación:

- Se trata de útiles pesados (500 gr. o más), realizados sobre soportes prismáticos cortos (con tendencia a cúbicos).
- Presentan filo denticulado o microdenticulado
- Frente abrupto, escalonado y escaleriforme
- La configuración del retoque parte de una superficie ligeramente convexa
- En esa superficie ligeramente convexa (*ventral*) se identifican saltos en forma de escamas y microlascas que parten del filo retocado

La identificación tecno-tipológica como cepillos (*rabot*) no estuvo exenta de ciertas dudas, puesto que buena parte de las lascas identificadas en el yacimiento parecían provenir de la configuración y/o reavivado de los frentes abruptos y escalonados. Este hecho, sumado a la aparentemente escasa eficacia de útiles tan masivos nos llevó a plantear incluso la posibilidad de estar ante un esquema de *débitage* para la obtención de lascas con una estrategia unipolar. No obstante, los filos microdenticulados, con una cuidada delineación, indicaban la más que probable configuración del filo para su uso.

Desde el mismo momento en que se excavó Parque Darwin por primera vez, los que allí participamos comenzamos a interrogarnos sobre el porqué de las características de estos cepillos o *rabots*. En un primer momento establecimos mediante algunas experiencias (Diego Martín Puig, Javier Baena y el firmante de este trabajo) la diferenciación de al menos dos tipos de percutor para su elaboración: uno de mayor tamaño para configurar el frente (250/400 gr., ovoide) y otro de tipo retocador (canto aplanado, de pequeñas dimensiones) o incluso un fragmento de sílex para crear la línea denticulada del filo. Esta misma diferenciación fue también considerada por A. Risco en su trabajo (Risco Zorita, 2010) sobre este tipo de piezas, quien llegó a determinar incluso varias fases y hasta 3 tipos de percutores para la configuración de este tipo de útiles. El mismo autor propone en su trabajo un modo de funcionamiento razonable: un uso transversal del filo, sujetando el útil con dos manos para raspado de madera siguiendo la veta (*op. cit.*). Este uso, no obstante, no permite explicar todas las características morfológicas del útil, por lo que surgieron nuevos interrogantes respecto al modo de funcionamiento. Esos interrogantes han sido retomados en experiencias posteriores.

En muchos casos, el análisis de objetos líticos tallados lleva implícito el problema adicional de conocer el modo de funcionamiento de los mismos. Esto resulta menos complicado para útiles de tecnologías recientes (Neolítico, Paleolítico superior) por su analogía formal con útiles actuales; pero es especialmente complejo para útiles de Paleolítico inferior o medio (Boëda, 1997) cuyos modos de funcionamiento y reglas intrínsecas, muchas veces se nos escapan.

En el caso que nos ocupa, a pesar de tratarse de útiles que pertenecen a un periodo reciente, la morfología y características nos resultan ajenas. Es más, la identificación con el objeto actual (cepillo de carpintero) ha llevado a probar en experiencias previas un modo de uso semejante (uso transversal del filo en acción de raspado). En este caso la exploración funcional partiendo de la identificación al pie de la letra del concepto actual de cepillo se

ha convertido en un “*false friend* funcional”, puesto que con este uso no se explican ni el gran tamaño, ni el carácter convexo de la superficie de apoyo del filo de los cepillos. Tampoco este uso posado y transversal del filo genera saltos en la cara ventral.

CLAVES TECNO-MORFO-FUNCIONALES DE LOS CEPILLOS DE PARQUE DARWIN: EL GESTO DE PERCUSIÓN OBLICUA-TANGENCIAL SOBRE CARA CONVEXA

En la mayor parte de los instrumentos que usamos de forma convencional (es decir, con convenciones socialmente aprendidas) siempre hay una serie de normas funcionales ligadas a la estructura del objeto. Un caso paradigmático es el del destornillador. La existencia de un extremo activo en forma de diente plano se asocia a un movimiento de rotación que se imprime a través de un mango diseñado para tal efecto. Eso no implica que el destornillador no se pueda emplear para otros usos, como por ejemplo excavar, pero el uso óptimo es obvio si conocemos para qué ha sido diseñado.

En el caso que comprende nuestro estudio, se ha podido determinar un gesto concreto como el más eficaz: la percusión oblicuo-tangencial con giro. La cara convexa y el retoquemicrodenticulado que se apoya sobre la misma son las variables fundamentales sobre las cuales se articulan el resto de caracteres: el filo microdenticulado actúa con el giro extrayendo materia con el paso de cada diente; la convexidad de la cara de apoyo permite un gesto de percusión rasante que facilita la salida del impacto con un esfuerzo mínimo. El peso aporta en este caso la energía cinética suficiente como para realizar el gesto mediante un impulso inicial y la inercia siguiente. El concepto de útil sería, por compararlo con útiles actuales, intermedio entre la sierra (movimiento longitudinal del filo, en el que cada diente desprende materia trabajada) y el hacha (con una inclinación oblicua respecto al plano de trabajo). El carácter funcional del gesto, por así decirlo, se puede aproximar a nuestras modernas sierras circulares de tipo radial, solo que produciendo un impacto de cuarto de vuelta en cada gesto y no un giro continuo como en éstas (ver *Figura 2* y *Figura 7*).

Un gesto rasante, tangencial, puede permitir regularizar con gran eficacia una superficie convexa, especialmente en madera (ramas, troncos, palos...). Sin embargo, la aplicación de un gesto oblicuo más rentrante permite también una acción de corte. La eliminación de nudos en la madera, al igual que la extracción de corteza se puede realizar también de modo muy eficiente con este modo de uso.

El gesto aplicado en las acciones de corte y eliminación de nudos permite un uso rápido, violento, que en ocasiones desprende pequeñas lascas de la cara *ventral* del cepillo, de características muy similares a las documentadas en algunas de las piezas arqueológicas.

Desde el punto de vista técnico, la superficie convexa (cara ventral u otra superficie semejante) permite generar filos convexo-cóncavos (en su sección) mediante una percusión rentrante y compresiva, con percutor duro y de zona activa muy destacada. La concavidad generada por la serie de muescas es tanto más regular cuanto mayor sea la configuración del frente retocado. Este tipo de superficie (convexa) y el tipo de percusión empleado sobre ella tiende a generar frentes abruptos y escalonados (sobreelevados) tras varios reavivados. Las muescas pequeñas y rentrantes permiten eliminar el mínimo de material en cada serie de reavivado, hasta que el frente queda totalmente embotado y resulta necesario comenzar

una nueva serie de configuración de frente. En este sentido existen similitudes con la configuración y reavivado de las raederas de tipo Quina tal y como ha descrito Bourguignon (Bourguignon, 1997).

LA OBTENCIÓN DE SOPORTES CON UNA SUPERFICIE LIGERAMENTE CONVEXA Y SUS IMPLICACIONES TÉCNICAS: LOS CÓMPUTOS TIPOLOGICOS DEL MESOLÍTICO DE MUESCAS Y DENTICULADOS

Uno de los interrogantes que surge a continuación es como encontrar o producir soportes en piedra con la superficie levemente convexa que permitan confeccionar filos microdenticulados de tipo cepillo. A continuación se exponen algunos ejemplos cuya tecnología implícita permite explicar otros útiles más allá de los propios cepillos aquí analizados, tanto en el mismo contexto crono-cultural como fuera del mismo.

Uno de los soportes convexos por excelencia es la cara ventral de una lasca, especialmente en el bulbo y más todavía si el final se ha reflejado. Es el soporte *estandarizado* que más cabría esperar para la elaboración de este tipo de piezas. Sin embargo, en determinados contextos la elaboración de grandes lascas puede resultar difícil si no existe la materia prima adecuada o no tenemos percutores de gran tamaño. Las grandes fracturas térmicas (cúpulas térmicas) producidas por frío y/o calor pueden presentar frecuentemente esa morfología levemente convexa. Uno de los aspectos llamativos de la industria de Parque Darwin es la presencia de fragmentación térmica, muy probablemente ligada al calor ya que parte de los productos y subproductos de talla muestran rubefacción (ver figura 4, superior izquierda) y la característica *pátina* jabonosa fruto del tratamiento térmico. Es posible que ante la existencia de bloques de materia prima de un tamaño discreto y ante la inexistencia de grandes cantos en las inmediaciones (como posibles percutores) los pobladores de P. Darwin optasen por la termoclastiamediante el fuego para fracturar los bloques y obtener así las superficies levemente convexas.

Otro aspecto característico de estos cepillos es la presencia de frentes múltiples. Algunos de los mismos son configurados sobre el borde de uno de los negativos de un frente previo adyacente (cuando éste es curvo). La morfología que presentan las extracciones de preparación del frente requiere en muchos casos, al igual que en las raederas Quina, la creación de una morfología convexa. También las lascas poco espesas y con superficie dorsal convexa pueden ser aprovechadas para el retoque de este tipo de piezas mediante retoque inverso. Dichas lascas además, proceden en muchos casos de la configuración de frentes convexos de los propios cepillos (ver figura 4). La alta proporción de retoques inversos denticulados en este tipo de industrias puede explicarse tal vez en este sentido. Si bien en muchos casos se trata de piezas de formato menor a las aquí analizadas, la cinemática, el gesto con el que fueron empleadas, puede ser similar. Por tanto, la propia configuración de un frente en su lateral, o los subproductos obtenidos del mismo, pueden ofrecer superficies semejantes.

Otro tipo de soporte que puede proporcionar la morfología levemente convexa es el canto rodado. Los cantos tallados unificiales, cuya presencia en el registro es tan antigua como las primeras industrias (chopper simples, chopper unimodales...) apoyan su configuración en una base convexa ofrecida por la superficie natural rodada. En las industrias mesolíticas del cantábrico se han identificado cierto tipo de explotaciones unipolares (ocasionalmente bipolares) denominadas N.U.P.C. (núcleo unidireccional con plano de percusión cortical)

(Arias, 1992). Tal vez habría que evaluar la posibilidad de un uso como cepillos en estas piezas al menos en ciertas fases de su proceso de talla. También es razonable suponer que en industrias laminares, este tipo de piezas masivas podrían haber sido recicladas en núcleos sin dejar una huella evidente, actuando incluso como crestas a una vertiente los propios frentes de cepillo. En el caso que nos ocupa la talla laminar está totalmente ausente. Solo algunos productos cumplen los patrones métricos, pero no técnicos ni tecnológicos para ser considerados láminas. En los escasos casos en los que se puede identificar alguna secuencia de reciclaje, los productos obtenidos son lascas de tipo desbordante (ver *Figura 6*)

UNA REFLEXIÓN METODOLÓGICA A MODO DE CONCLUSIÓN: LA SUMA DE EXPERIENCIAS EN DISTINTOS ÁMBITOS COMO MEDIO DE INDAGACIÓN EN ARQUEOLOGÍA EXPERIMENTAL Y EL *MAKING OFF* DEL MOMENTO EUREKA

La Arqueología experimental, como ya se ha expresado numerosas veces desde este mismo boletín, es *mucho más que un juego* (Baena, 1997). No obstante, muy a menudo queremos dotar nuestros trabajos de un cientifismo y un aspecto racional que eleve nuestras experimentaciones al nivel de las *ciencias duras*, simplemente por el hecho de manejar un discurso y unos medios gráficos y de expresión análogos. Muy a menudo establecemos *programas experimentales* como un medio de exploración ordenado y sistemático de las problemáticas sobre las que indagamos. Pero los límites de tiempo y medios que envuelven cada uno de estos programas hacen que en muchas ocasiones las conclusiones a las que llegamos sean forzosamente parciales. En muchos casos, a pesar del control elevado de variables, las *experimentaciones* proporcionan conclusiones del rango de la *experiencia*, tal y como ha sido definida (Baena y Terradas, 2005).

Como se ha anticipado en el resumen, la información obtenida para la elaboración de este trabajo procede más que de una experimentación o un programa experimental preciso, de la suma de experiencias. También son diversos los medios en los que se ha desarrollado dicha suma de experiencias: desde la investigación programada o no programada en el Laboratorio de Arqueología experimental al descubrimiento casual en un medio ajeno a la investigación. A continuación se narra el proceso de suma de experiencias, incluido lo que podríamos denominar el momento “eureka” que ha permitido dar con la clave del funcionamiento de este tipo de útiles, pasando de la experiencia a la experimentación.

Las primeras aproximaciones a la técnica de configuración y al modo de funcionamiento se llevaron a cabo entre la primera campaña de excavación de Parque Darwin y los tres años siguientes, durante los cuales abordamos la investigación de este tema de modo informal. A. Risco llevó a cabo la primera experimentación o experiencia sistemática como ya hemos comentado (Risco Zorita, 2010). Posteriormente retomamos las experiencias de elaboración de este tipo de utillaje en relación a un programa experimental planteado por Adriana Soto y Ana Escobar para relacionar los útiles denticulados de frente abrupto (sobreelevado) de Parque Darwin y Atxoste con ciertas similitudes formales pero con diferencias considerables en cuanto a dimensiones. En ambos yacimientos, el frente abrupto configurado a partir de una superficie convexa es una característica generalizada en parte del utillaje.

La clave sobre la cinemática de los cepillos sin embargo, ha podido ser desentrañada mediante un trabajo casual fuera del ámbito formal de investigación y experimentación: en casa, realizando un trabajo sobre maderas duras sin el objetivo de abordar la problemática

de los cepillos. La madera trabajada en concreto era enebro, madera no excesivamente dura, si bien irregular en su superficie por los nudos frecuentes que suelen presentar los vástagos centrales. El objeto que acostumbro a usar para esta tarea (descortezado y eliminación de nudos) es una azuela, que en este caso no era adecuada por presentar un filo demasiado romo. Ante la inoperatividad de este instrumento recurrí a un cuchillo de sierra. Este segundo intento me llevó a usar un gesto oblicuo con el instrumento sobre la superficie de las ramas de enebro, gesto éste que resultaba eficaz pero insuficiente por el peso del cuchillo. Ante la necesidad de un instrumento pesado y al mismo tiempo con filo denticulado, opté por elaborar un gran denticulado de sílex. A partir de esta solución técnica, hallar la clave de funcionamiento de los cepillos de Parque Darwin era cuestión tiempo (poco) porque el interrogante estaba ahí. Eureka.

En muchos casos, solo el interés por volver a una problemática parcialmente resuelta permite desarrollar nuevas experiencias, que aun estando fuera de un programa experimental concreto permiten dar con la clave buscada. La propia experiencia (en sentido genérico, no solo en la noción estricta arriba aludida) es la que proporciona el reconocimiento de las claves de una problemática técnica determinada. En ese sentido se ha considerado interesante mostrar el proceso por el cual se accede a dichas claves, que en muchos casos ocurre fuera del ámbito del programa experimental estricto y sesudo. En futuros estudios, la aplicación de un programa ordenado puede permitir la confirmación y demostración (o negación si es el caso) de los principios aquí establecidos.

AGRADECIMIENTOS

Mi reconocimiento a Diego Martín Puig, Javier Baena, Adriana Soto, Ana Escobar y Alberto Risco, con los cuales he compartido parte de las experiencias y reflexiones que han permitido desarrollar este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- ARIAS, P. (1992): *Estrategias de aprovechamiento de las materias primas líticas en la Costa Oriental de Asturias (VIII-III milenios A. C.)*. Treballs d'Arqueologia, nº 1. Tecnología y cadenas operativas líticas. Reunión Internacional, 15-18 Enero de 1991
- BAENA, J. (1997): *Arqueología experimental, algo más que un juego*. Boletín de Arqueología. Experimental 1, pp-1-3
- BAENA J. Y TERRADAS X. (2005): *Por qué experimentar en Arqueología*. Actas del Curso de Verano de Reinoso, Cantabria, 2004.
- BOËDA E., (1997): *Technogénèse de systèmes de production lithique au Paléolithique inférieur et moyen en Europe occidentale et au Proche-Orient*. Mémoire d'habilitation à diriger des recherches, Paris X, Nanterre, 173 p.
- BOURGUIGNON, L. (1997): *Le moustérien de Type Quina: Nouvelle Définition d'une entité technique*. Tesis Doctoral, Tomos I y II. París X.

PÉREZ GONZÁLEZ, A. BAENA PREYSLER, J. MORÍN DE PABLOS, J. RUS, I., BAREZ, S., URIBELARREA, D. (2007): *El yacimiento epipaleolítico de Parque Darwin proyecto de investigación geoarqueológica de la Comunidad de Madrid*. Primer Simposio de la Investigación y Difusión Arqueopaleontológica en el Marco de la Iniciativa Privada: Madrid, Guadalajara 24 y 25 de octubre de 2007: Primer Simposio AUDEMA / coord. por Jorge Morín de Pablos, 2007, ISBN 84-611-4123-7 ,págs. 121-132

RISCO ZORITA, A. (2010): *La pieza 1304, propuesta de análisis de la industria macrolítica*. BOLETÍN DE ARQUEOLOGÍA EXPERIMENTAL. Número 8, 2010.

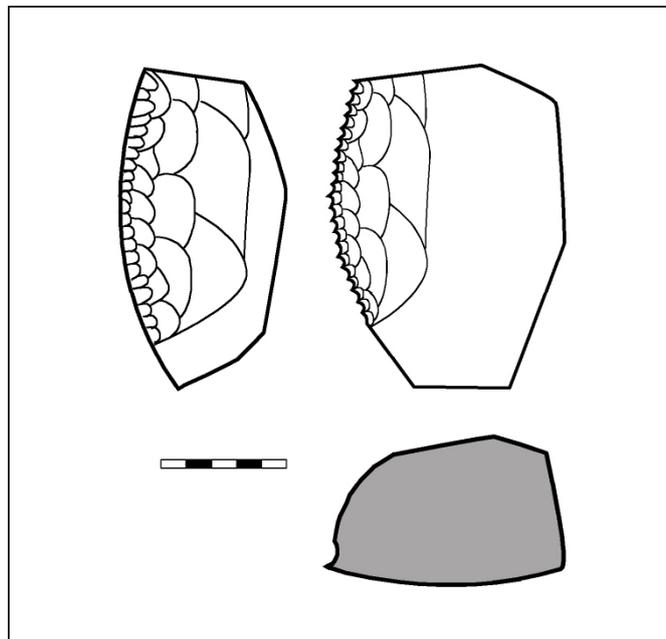


Figura 1.- Cepillo de Parque Darwin: pieza-tipo idealizada; la curvatura en la cara de apoyo del retoque es importante tanto en el perfil transversal (sección inferior, en gris) como en el perfil longitudinal.

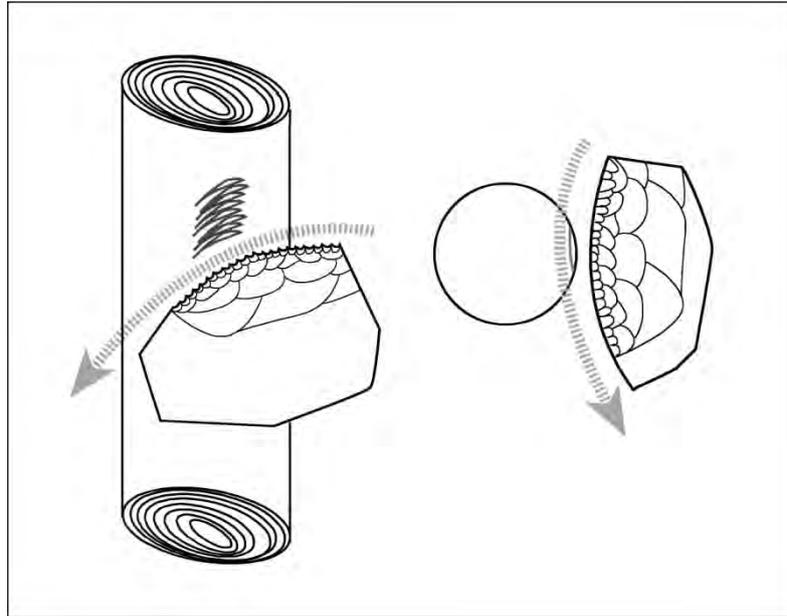


Figura 2. -Cinemática de uso de un cepillo sobre un tronco; el gesto debe ser oblicuo y tangencial, con un movimiento circular (cuarto de círculo) que se imprime con la muñeca al contacto con el material trabajado mientras recibe el impulso con el resto del brazo.



Figura 3. - Frente configurado de uno de los cepillos (pieza 1304) extraídos de la primera campaña de excavación de Parque Darwin. Imagen tomada y adaptada de A. Risco (Risco Zorita, 2010). Obsérvese el espesor, el escalonamiento de los negativos del frente y el carácter convexo de la cara sobre la cual apoya el retoque.



Figura 4. - Lascas de reavivado de cepillo aparecidas en la primera campaña de excavación de Parque Darwin (2006) y cepillo en vista lateral (perfil del frente configurado).

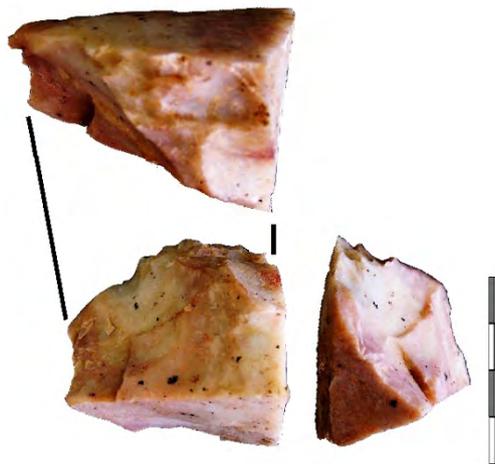


Figura 5.- Fragmento de pequeño cepillo en el que se observa el componente curvo en ambos perfiles (longitudinal y transversal).



Figura 6.- Lasca desbordante con negativos transversales y de contrabulbos marcados en el dorso; tal vez fruto del reciclaje de un cepillo en núcleo discoide o en un nuevo cepillo con un nuevo frente en distinta ubicación del anterior. La cara superior de la lasca muestra la cara ventral sobre la que se ha apoyado la serie de muescas visibles en el dorso.



Figura 7.- Secuencia de fotos mostrando la posición de una réplica experimental de cepillo en el momento previo al impacto, durante el impacto y pasado el impacto sobre un tronco delgado de cupresácea. Fotos: Diego Martín Puig. Fotomontaje del autor.

EXPERIMENTACIÓN DE ENMANGUE DE PALAS Y/O AZADAS LÍTICAS

Susana Pérez²

INTRODUCCIÓN

En el marco del Proyecto Arqueológico Antofagasta de la Sierra, desde hace varios años vengo desarrollando un proyecto de investigación referido al rol que jugaron los instrumentos utilizados para el laboreo de la tierra (palas y/o azadas líticas) dentro de la organización de la tecnología lítica de economías agro-pastoriles. La metodología de la investigación se basa en tres vías de estudio: análisis técnico-morfológico de los conjuntos artefactuales, implementación de un programa experimental y análisis de rastros de uso.

El propósito de este artículo es: 1- describir los materiales y métodos utilizados en los experimentos de enmangue de palas y/o azadas líticas, 2- discutir los efectos del enmangamiento producidos por el uso, 3- presentar los resultados obtenidos de la experimentación de uso con y sin enmangue y 4- evaluar la cantidad y calidad de trabajo realizado con y sin enmangue.

El programa experimental fue diseñado y llevado adelante a partir de la necesidad de contar con una colección experimental y generar indicadores para ser utilizados en la interpretación de la funcionalidad de la evidencia arqueológica recuperada en el sitio Casa Chávez Montículos (CCHM), Montículos 1 y 4, ubicado en el Departamento de Antofagasta de la Sierra (Provincia de Catamarca, Puna Meridional Argentina).

Las palas y/o azadas líticas constituyen instrumentos con una amplia distribución espacial y temporal en el Noroeste Argentino, muestra de ello son los numerosos hallazgos rescatados de diversos sitios arqueológicos. Su presencia ha sido asociada recurrentemente a actividades agrícolas, sin embargo la asignación se realizó, en general, en base a variables exclusivamente morfológicas. Al respecto, es importante destacar que dada la variabilidad morfológica que presenta la muestra, no procedí a separar ‘palas’ y ‘azadas’ como grupos de instrumentos distintos a fin de no realizar una categorización a priori (Pérez 2003). En este sentido, todos los grupos tipológicos poseen una cuota de asignación funcional de los instrumentos para su clasificación y, en este caso en particular, es necesario profundizar en las investigaciones referidas a la experimentación de uso y la posterior determinación funcional de los instrumentos a través de análisis microscópicos de rastros de uso.

La determinación funcional se basa en el estudio de diferentes rastros producidos por el uso: estrías, pulidos, filos redondeados y microfracturas, así como también la presencia de residuos como resultado del contacto con los materiales trabajados. Todos ellos proveen información útil para identificar la parte usada de un instrumento lítico, la acción y el material de contacto. Por lo tanto, dentro del análisis funcional es tan importante el

² Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano. Universidad Católica Argentina

reconocimiento de rastros presentes en los filos activos, es decir aquellos que han tenido contacto con la materia trabajada, como aquellos que evidencian si el instrumento fue o no enmangado para su utilización.

Entre la manufactura, la utilización y el descarte o pérdida del instrumento, el enmangue forma parte del proceso por el cual atraviesa el mismo y produce rastros que son posibles de identificar, brindando datos valiosos para su interpretación funcional. De este modo, la metodología empleada en la determinación funcional propuesta en mi investigación tiene uno de sus pilares básicos en la experimentación.

La aproximación experimental es útil para resolver problemas arqueológicos y provee información que puede ser rica para inferir patrones del registro arqueológico. La organización y articulación del programa experimental aquí presentado estuvo dirigido a tratar de resolver problemas arqueológicos.

Para clarificar ciertos problemas básicos de la interpretación necesaria "*...the distinction between the natural fracture surfaces and those which are artifactual; between features that indicate wear and those that are a result of manufacture prior to wear; between the functional wear of the working edge and the incidental wear resulting from hafting.*" (Sonnenfeld 1962:64).

Una de las hipótesis de mi investigación se refiere a cómo eran utilizadas las palas y/o azadas líticas, si eran enmangadas o no. En este sentido, Keeley (1982:799) afirma que un utensilio es enmangado por varias razones: para aumentar la fuerza que pueda ser ejercida durante el trabajo, para reforzar la eficacia o precisión, para permitir la formación de bordes cortantes y para conservar o disminuir la posibilidad de pérdida mediante el aumento del tamaño de los utensilios completos. En el caso de las palas y/o azadas líticas considero que el enmangue podría deberse a la búsqueda funcional del instrumento, es decir, aumentar la fuerza ejercida y reforzar la eficacia en la labor llevada a cabo.

Keeley (1982), además, agrega que es probable que los utensilios enmangados tengan rastros especiales que se relacionen con sus acondicionamientos de enmangamiento, tales como pedúnculos, escotaduras bilaterales o basales, hombros, bordes proximales embotados. En el caso que nos ocupa, el conjunto artefactual presenta rasgos morfológicos, tales como pedúnculo, hombros y espesores mayores en la parte de inflexión cuerpo/pedúnculo, que los hacen aptos para enmangar. Asimismo, se ha observado que los bordes del pedúnculo se encuentran embotados, lo cual se infiere, a partir de las experimentaciones llevadas a cabo que es para facilitar la práctica de enmangue.

Estos elementos han sido tomados en cuenta en las estrategias establecidas para la contrastación de hipótesis, tanto en la vía experimental como en el análisis técnico-morfológico y de microdesgaste de los conjuntos arqueológicos.

ANTECEDENTES

La bibliografía consultada correspondiente al Área Andina menciona dos tipos de mangos que pudieron ser utilizados para enmangar palas y/o azadas líticas: 1- mango de madera con un extremo curvado, tal como el hallado en Casabindo (Puna de Jujuy) por von Rosen (1924:Fig.25); y 2- mango de madera recto, similar al hallado en el cementerio de Calama

por Boman (1908:Fig.168), como el proveniente de la Puna de Jujuy, hallado por Serrano (1947:Fig.49), o los ilustrados por Latcham (1938:Fig.34) y Núñez (1974:81), provenientes de la Región Atacameña y Quebrada de Tarapacá, respectivamente. Por otro lado, Rivero Luque ilustra dos ejemplares de mangos rectos enmangados con instrumental lítico, a los cuales denomina “*Tawna Rumi*” (2005:36).

Para ambos tipos de mangos (recto o curvo) se menciona la utilización de cuero crudo para engarzar el instrumento y, en algunos casos, en las ilustraciones que presentan algunos autores se pueden observar dos pequeñas cuñas insertadas entre el instrumento, el mango y las tiras de cuero, las cuales servirían posiblemente para lograr el ajuste de la pieza (Serrano 1947:Fig.49 y Núñez 1974:81).

La evidencia arqueológica del Área Andina demuestra la existencia de ambos tipos de mangos para realizar tareas de laboreo de la tierra (Donkin 1970, Yacobaccio 1983, Rivero Luque 2005). Asimismo, Guaman Poma en sus crónicas ilustró el uso de ambos tipos de mangos para las tareas agrícolas (Baudizzone 1943: Selección de Guaman Poma 1613).

Fuera de la zona del Área Andina, Steensberg (1980), cuando se refiere a la evidencia de Nueva Guinea, menciona para realizar el enmangue de este tipo de herramientas la utilización de tiras de bambú, rattán u hojas secas de banano. Para este autor, azadas y azuelas tendrían el mismo tipo de enmangue (Steensberg 1980:109). Por otro lado, Sonnenfeld (1962:61) en la experimentación de uso de instrumentos semejantes a los aquí analizados, utilizó tres tipos de mangos diferentes: 1) adaptación de un mango de azada de jardín standard moderno, 2) adaptación de un mango de azada de cavar y 3) un mango hecho con una rama bifurcada. En cuanto a las ataduras, utilizó cuero crudo y tendones.

Es importante destacar que, hasta el momento, en la evidencia arqueológica recuperada del sitio CCHM no se hallaron vestigios (masilla, resina, tientos u otros elementos que usualmente se utilizan para afirmar el instrumento en el mango) que estén asociados a posibles actividades de enmangue.

Por otro lado, en la región de estudio no se encontraron evidencias de mango de ningún tipo, como así tampoco resto alguno de madera que pudiera hacer sospechar su uso como tal. No obstante, queda la posibilidad de que una vez agotada la pieza o reemplazado el mango, se lo reciclara y utilizara en otro tipo de actividad, por lo cual sería poco probable encontrar evidencias claras de los mismos. En este sentido, no se descarta la posibilidad que una vez finalizada la vida útil de un mango, al ser éste de naturaleza combustible haya sido empleado para producir fuego.

Tampoco se conoce para la región árboles de gran porte, por lo tanto, habría que pensar en posibles relaciones con los sectores valliserranos aledaños para su obtención (Olivera 1991). Actualmente, así como también en el pasado, en la región de Antofagasta de la Sierra la madera es un recurso crítico, su obtención resulta muy difícil dada su escasa disponibilidad, especialmente la madera dura, apta para construcción y/o para herramientas, como por ejemplo mangos de palas y/o azadas. Por lo tanto, su conservación es muy importante, mucho más que el utensilio en sí, el cual es relativamente fácil de obtener. En este sentido, Keeley argumentó que cuando la madera resulta un recurso crítico, en los sitios arqueológicos se recuperan utensilios sin el mango, porque éste se reutiliza constantemente y lo que encontramos es el utensilio que se descartó en el recambio (“*retooling*”, *sensu* Keeley 1982:799).

METODOLOGÍA

Teniendo en cuenta los antecedentes mencionados sobre el tipo y forma de enmangue de instrumentos agrícolas, encaré la experimentación de enmangue de la siguiente manera:

a- Materiales

- *Instrumentos*: los instrumentos utilizados en la experimentación (N=12) provienen de la replicación (*sensu*Nami 1992), y responden a las características técnico-morfológicas de la evidencia arqueológica bajo estudio (Pérez 2003) (Fig.1).



Figura 1. Instrumentos arqueológicos. Casa Chávez Montículos

Los soportes empleados fueron lajas y la materia prima andesita piroxénica, variedad de basalto identificado en los instrumentos arqueológicos de CCHM (Pérez *et al.* 2005). Los instrumentos fueron formatizados por lascados de retalla y retoque bifacial marginal, manufacturados por percusión directa. La forma general del cuerpo es semielíptica con presencia de pedúnculo (Fig.2). La media aritmética de las dimensiones corresponden a: longitud = 270,33mm, ancho = 167,41mm y espesores máximos = 17,27mm (porción apical), 22,93mm (porción media del cuerpo), 24,73mm (inflexión cuerpo-pedúnculo) y 19,46mm (pedúnculo). La media aritmética del peso es de 1341,66 grs (Pérez 2003).



Figura 2. Instrumento experimental

- *Mangos*: adaptación de dos mangos de pico (herramienta actual utilizada en la construcción) ambos de madera, rectos (85 y 91cm de largo) y con un extremo plano (11cm) en una de sus caras para permitir el apoyo y atado del instrumento. Con respecto al espesor de los mangos, en el extremo correspondiente al sostén por parte del operador, es de 4,3 y 4,5cm mientras que, el extremo correspondiente al enmangue, es de 6,8 y 5,3cm, respectivamente. Cabe consignar que los espesores consignados corresponden al diámetro mayor, siendo la forma geométrica de los mismos oval.

- *Tiras*: las ataduras se realizaron con cuero crudo (o de descarne) vacuno. El cuero estaba limpio, desprovisto de pelo y secado al sol sin la incorporación de ningún tipo de aditivo, ya que éstos pueden ocasionar que los cueros pierdan elasticidad y resistencia.

b- Métodos y Técnicas

Se utilizaron técnicas de *talabartería* en el procesamiento de los cueros a utilizarse para el sostén y en los procedimientos tendientes a lograr mayor extensión de las tiras, así como también en los nudos de ajuste inicial y de remate.

- *Corte de tiras*: los cueros fueron expuestos al ‘sereno de la noche’, es decir, extendido a la intemperie (en este caso sobre el pasto) durante una noche para que con la humedad ambiental recuperara su flexibilidad natural y, de este modo, proceder al corte de las tiras. El paso siguiente fue afirmar el cuero sobre una madera, sostenerlo firmemente y cortarlo con una trincheta o cortante (Fig.3) en tiras de 1cm de ancho aproximadamente. El corte se puede hacer en línea recta en el caso de que el trozo de cuero sea lo suficientemente largo, de lo contrario, bastará con cortarlo en forma espiralada a fin de obtener tiras suficientemente largas sin necesidad de realizar ataduras complementarias.



Figura 3. Preparación de tiras para el empuñamiento: corte del cuero

- *Nudos para extensión de tiras*: existen varios procedimientos tendientes a lograr una mayor extensión de las tiras. Siguiendo las técnicas de talabartería, se utilizó la denominada como “ojal”, la cual consiste en realizar un pequeño corte en forma longitudinal en uno de los extremos de la tira para poder introducir el extremo de otra, a la cual se le realizó el mismo tipo de corte, enlazarlas y ajustar (Fig.4). Las tiras obtenidas se deben remojar por un lapso aproximado de 2 a 4 hs para que adquieran la elasticidad apropiada para su manipulación.



Figura 4. Preparación de tiras para el empuñamiento: atadura complementaria del tipo “ojal”

c- Procedimiento de empuñamiento

- *Inicio*: el procedimiento de empuñamiento consiste en apoyar la base del pedúnculo del instrumento en el extremo plano del mango, colocando la cara más plana del instrumento sobre el bisel del mango. Lo que se persigue es que el instrumento se apoye en su mayor superficie sobre el mango para lograr una mejor adherencia.

- *Ajuste*: el empuñamiento debe realizarse con los cueros bien humedecidos, con una consistencia casi de tela, ya que el cuero se expande en este estado y se contrae cuando se vuelve a secar. Se comienza a envolver la pieza en el mango con las tiras de cuero (Fig.5 y 6).



Figuras 5 y 6. Experimentación de empuje: ajuste inicial del instrumento y refuerzo del mango

- *Nudo final y remate*: lo más importante para lograr el ajuste perfecto es el nudo de remate en la atadura. Este consiste en enlazar la tira de cuero culminando con el ajuste final en dirección contraria a la que se venía envolviendo el mango (Fig.7 y 8). Las ataduras deben ajustarse lo máximo posible y dejarlas secar hasta que endurezcan totalmente antes de realizar las actividades programadas. Para efectuar el recambio instrumental, es necesario remojar el cuero para que vuelva a su estado de elasticidad y de este modo facilitar el trabajo.



Figuras 7 y 8. Experimentación de empuje: enlace de las tiras para realizar el nudo final (Fig. 7) y nudo de remate y ajuste final (Fig. 8).

La experimentación de empuje se realizó en el campo, en el mismo lugar donde se efectuaría la experimentación de uso, a fin de aproximarnos a las condiciones naturales (polvo y/o partículas de sedimento) propias del lugar de laboreo, variable que incide directamente en la formación de rastros. Se realizó en varias ocasiones en cada instrumento, ya que el Programa Experimental implementado estaba organizado en distintas etapas de uso para poder observar la aparición y desarrollo de los rastros producidos a medida que se incrementaban los tiempos de utilización.



Figura 9. Instrumentos experimentales enmangados

d- Experimentación de uso

El programa experimental estuvo dirigido a la realización de diversas actividades relacionadas con las diferentes etapas por las cuales pasaron los artefactos: a- aprovisionamiento y selección de la materia prima, b- replicación (*sensu*Nami 1992) de artefactos a fin de obtener una colección de referencia, c- experimentación de enmague y d- experimentación de uso. El mismo se puso a prueba a través de un ensayo piloto en el cual se realizaron pruebas preliminares con lascas sin manufactura previa y sin enmague, con la finalidad de comprobar si los filos naturales de las lascas resultaban aptos para el trabajo en el sedimento, si se producían rastros significativos en las piezas, así como también, evaluar la cantidad y calidad del trabajo realizado con y sin enmague (Pérez 1993). Esto permitió ajustar aspectos de la experimentación definitiva, especialmente en lo referente al control de variables (Pérez 2004a).

La experimentación de uso se llevó a cabo en los campos de cultivo prehispánicos denominados Bajo del Coypar – Sector I, en las inmediaciones del sitio CCHM. En términos generales, se trata de un sedimento muy friable, arenoso, con clastos de granulometría variada y prácticamente nula la presencia de arcilla, así como también de componentes orgánicos y ácidos.

Los instrumentos fueron utilizados en diferentes tareas que hipotéticamente fueron susceptibles de haber tenido lugar en el contexto arqueológico, se efectuaron dos modos de acción: cavar y puntear, en forma separada. La finalidad perseguida era la construcción de un ‘bordo’ (línea monticular que limita los lados de un campo de cultivo) y el roturado del terreno, respectivamente (Fig.10). Las pruebas de uso se encararon con interrupciones de 500, 1000 y 1500 golpes o penetraciones en el sedimento, registrándose antes de la utilización los daños presentes en las piezas, así como también entre cada prueba de uso (Pérez 2004a).



Figura10. Instrumento experimental enmangado, 'bordo' y terreno roturado al finalizar las actividades de laboreo

e- Análisis:

- *técnico-morfológico*: se efectuó en ambas colecciones (arqueológica y experimental), se siguieron los lineamientos propuestos por Aschero (1975, 1983) y Pérez (2003).

- *rastros de uso*: las observaciones se realizaron con un StereoMicroscopesOlimpus VMZ (BH2-PM-6), con un rango de magnificaciones entre 40x y 160x y luz externa oblicua con incidencia a 45° respecto al plano de la pieza. Por lo tanto, los rastros observados se refieren sólo a esta escala de análisis (Pérez 2004b).

Es importante destacar que el tiempo de uso de los instrumentos y la cantidad de episodios de enmangue que se efectúan en cada pieza, son cruciales para la formación de rastros con la intensidad que se observan en la evidencia arqueológica. En este sentido, se prevé para el futuro intensificar la experimentación de uso a fin de obtener nuevos datos que permitan continuar estudiando esta problemática, así como también la implementación de análisis con mayor resolución a fin de determinar posibles micropulidos y residuos del material de contacto, en este caso la madera del mango.

RESULTADOS OBTENIDOS

Las investigaciones llevadas a cabo permiten afirmar que las palas y/o azadas líticas de CCHM fueron enmangadas para su utilización, lo cual queda evidenciado en:

- *análisis técnico-morfológico*: los resultados de los análisis efectuados en ambas colecciones, arqueológica y experimental, revelan que la morfología de las palas y/o azadas hace posible su enmangue, de otro modo la laja en estado natural, es decir, sin manufactura, no permite realizar su enmangue de una manera firme debido a las dimensiones de la misma. Además, el cuidadoso tratamiento en la confección de estos instrumentos, para lo cual es necesario un adecuado conocimiento por parte del operador durante la técnica de talla, especialmente en la porción correspondiente al pedúnculo, no se justificaría si los instrumentos fueran a ser utilizados sin enmangue.

- *programa experimental*: la experimentación de enmangue resultó exitosa ya que en todos los casos los instrumentos se pudieron afirmar sin ocasionarse desajustes durante las actividades llevadas a cabo. La experimentación de uso con y sin enmangue, permitió determinar que para obtener una mayor eficacia en las tareas de laboreo de la tierra las palas y/o azadas debieron utilizarse enmangadas. Se pudo comprobar que con la misma cantidad de golpes o penetraciones en el sedimento, la superficie trabajada fue mayor con los instrumentos enmangados. Por otro lado, si bien en el proceso de enmangue de los instrumentos o en un eventual recambio del mismo, es necesario un aporte especial de tiempo y precisión para el posterior uso en las actividades programadas, el tiempo y el esfuerzo involucrado en las actividades de laboreo son mayores con las piezas sin enmangar.

- *análisis de microdesgaste por uso*: en este trabajo sólo voy a referirme a las observaciones del pedúnculo. Las estriaciones observadas en la porción correspondiente al pedúnculo son diagnósticas para la determinación del proceso de enmangue cuando comparamos los datos obtenidos en las pruebas piloto de experimentación, donde no se practicó enmangue alguno, y el uso de los instrumentos con enmangue. En las piezas sin enmangar no se perciben estrías semejantes a las presentes en la evidencia arqueológica; en cambio, en las piezas que fueron enmangadas experimentalmente las estrías se observan con características semejantes a las de la evidencia arqueológica.

En la colección experimental, así como también en la evidencia arqueológica, la ubicación de las estrías se constató en los bordes laterales del pedúnculo y en la inflexión cuerpo-pedúnculo, siendo muy azarosa la presencia de estrías en el resto de la superficie del pedúnculo, es decir, base y cuerpo interno del mismo. Se observa una tendencia a registrarse una mayor preponderancia de estrías con orientación oblicua (50%) en detrimento de las perpendiculares (28%) y horizontales (22%). Si bien se constataron superposiciones en toda la superficie, se observa una mayor presencia en el área correspondiente a los bordes laterales del pedúnculo e inflexión cuerpo-pedúnculo.

En cuanto a las características de las estrías, predominan las cortas ($< o = 0,5\text{mm}$) y medianas ($> a 0,5\text{mm}$ hasta 2mm), en menor proporción se observan largas ($> a 2\text{mm}$ hasta 4mm), y excepcionalmente se registraron estrías muy largas ($> a 4\text{mm}$). En cuanto al ancho y profundidad, se registraron con igual representatividad estrías anchas y angostas, así como también profundas y superficiales. El trazo es continuo y recto, aunque en algunos pocos casos se registraron también curvos.

En cuanto a los filos de los bordes laterales del pedúnculo, se encuentran redondeados y abradidos intencionalmente durante la técnica de manufactura de los artefactos, no habiendo sufrido modificaciones luego de la experimentación de enmangue, la cual se efectuó en varias ocasiones en cada pieza. La práctica de enmangue no provocó pulidos ni microfracturas a consecuencia de dicho proceso, observables en este nivel de análisis.

A modo de síntesis, el diseño de las palas y/o azadas permite sostener que se trata de instrumentos estandarizados, enmangados para su utilización y con una larga vida útil, lo cual implicaría un costo medido en inversión de tiempo y energía dedicada a la obtención del producto final y un costo de tiempo, trabajo y efectividad para realizar las actividades (Pérez 2006).

BIBLIOGRAFÍA

- ASCHERO, C. A. 1975 Ensayo para una clasificación morfológica de artefactos líticos aplicada a estudios tipológicos comparativo. Buenos Aires. MS.
- BAUDIZZONE, L. 1943 Selección y Noticia Guaman Poma. Colección Mar Dulce. Editorial Nova, Buenos Aires.
- BOMAN, E. 1908 Antiquites de la region andine de la República Argentina et du desert d'Atacama II. Imprimerie Nationale, París.
- DONKIN, R.A. 1970 Pre-Columbian Field Implements and Their Distribution in the Highlands of middle and south America. *Anthropos* 65:505-529.
- KEELEY, L. H. 1982 Hafting and Retooling: Effects on the Archaeological Record. *American Antiquity* 47 (4):798-809.
- LATCHAM, R.E. 1938 Arqueología de la Región Atacameña. Universidad de Chile.
- NAMI, H. G. 1992 El Subsistema tecnológico de la confección de instrumentos líticos y la explotación de los recursos del ambiente: Una nueva vía de aproximación. *Shincal* 2: 33-53.
- NUÑEZ, L. 1974 La agricultura prehistórica en los andes meridionales. Editorial Orbe y Universidad del Norte, Santiago de Chile.
- OLIVERA, D. E. 1991 Tecnología y estrategias de adaptación en el Formativo (Agroalfarero temprano) de la Puna Meridional Argentina. Un caso de estudio: Antofagasta de la Sierra (Pcia. de Catamarca, R. A.). Tesis Doctoral inédita. Fac. de Cs. Nat., UNLP, Bs. As.
- PEREZ, S. 1993 Informe de los primeros experimentos sobre azadas y/o palas líticas (Antofagasta de la Sierra – Catamarca). *Palimpsesto* 3:139-149.
- 2003 Experimentación y análisis de microdesgaste de “palas y/o azadas” líticas de Antofagasta de la Sierra (Catamarca). Tesis de Licenciatura inédita en Ciencias Antropológicas (especialidad en Arqueología). Fac. Filosofía y Letras. UBA, Buenos Aires.
 - 2004a Experimentación de uso con palas y/o azadas líticas. *Intersecciones en Antropología* 5: 105-117.
 - 2004b Análisis de microdesgaste por uso de palas y/o azadas líticas de Antofagasta de la Sierra (Provincia de Catamarca). *Hombre y Desierto: Una Perspectiva Cultural* 12: 23-46.
 - 2006 ¿Tecnología conservada o expeditiva? Análisis de un caso de estudio: palas y/o azadas líticas de Antofagasta de la Sierra (Catamarca – Puna Meridional Argentina). *Textos Antropológicos* (en prensa), La Paz, Bolivia.

- PEREZ, S, P. TCHILINGIRIÁN y P. ESCOLA 2005 Caracterización de la materia prima utilizada en palas y/o azadas líticas de la Puna Argentina, Actas 1º Congreso Argentino de Arqueometría (p. 218-229). Edit. A. Pifferetti y R. E. Bolmaro, Rosario.
- RIVERO LUQUE, Víctor 2005 Herramientas agrícolas del Perú antiguo. Centro de Estudios Regionales Andinos Bartolomé de las Casas, Cusco, Perú.
- SERRANO, A. 1947 Los Aborígenes Argentinos. Editorial Nova, Buenos Aires.
- SONNENFELD, J. 1962 Interpreting the function of primitive implements. *American Antiquity* 28 (1):56-65.
- STEENSBERG, A. 1980 *New Guinea Gardens. A Study of Nusbandry with Parallels in Prehistoric Europe*. Academic Press, London.
- von ROSEN, E. 1924 Popular account of archaeological research during the Swedish Chaco - Cordillera-Expedition, 1901-1902. Editorial Bonier, Stockholm.
- YACOBACCIO, H. 1983 Estudio Funcional de azadas líticas del NOA. *Arqueología Contemporánea* vol. I (1).

LOS PIGMENTOS EN LA PREHISTORIA: PROYECTO DE EXPERIMENTACIÓN TÉRMICA CON ÓXIDOS E HIDRÓXIDOS DE HIERRO.

Carla Álvarez Romero.

INTRODUCCIÓN

“Los pigmentos minerales aparecen en la naturaleza pulverizados o en bloques de magnitudes dispares y en una acusada variabilidad tonal; no obstante, la tonalidad primigenia puede ser modificada con la intervención del calor por calcinación” (Sanchidrián, 2001, p. 56).

“Los Laboratorios de Geología del Cuaternario y de Sedimentología de la Universidad de Marsella, a partir de varios análisis de muestras arqueológicas y naturales, por medio de Difractometría de Rayos X y de observaciones en microscopio electrónico, han llegado a determinar la presencia de una hematites anormalmente cristalizada, llamada hematites desordenada, obtenida por intervención humana a través del calentamiento de fragmentos de goethita con el fin de obtener pigmentos de color rojo vivo. Hasta ahora se había sugerido varias veces esta posibilidad, pues es bien conocido el cambio de coloración que sufren los llamados “ocres amarillos” (goethitas, limonitas) al ser calentados por encima de 260°C. La deshidratación de la goethita provoca la aparición de esta hematites desordenada, que no se encuentra en estado natural y que conserva ciertas características especiales, testimonio de un calentamiento intencional” (San Juan, 1991, p. 108).

Es a partir de estas dos premisas donde comienza el trabajo de experimentación térmica con óxidos e hidróxidos de hierro. Ambas afirman el conocimiento que tendrían las sociedades paleolíticas sobre los tratamientos térmicos que se les podrían realizar a los minerales de hierro para obtener otros colores y tonalidades diferentes a cómo se los encontraban en la naturaleza, y así poder tener, una paleta cromática más amplia y suplir la escasez de colorante rojo que se da en determinadas áreas. También sabemos gracias a diversos análisis de pinturas paleolíticas, que muchos de los pigmentos de tonalidades negras que usaron, están hechos a partir de materia vegetal expuesta al fuego (aunque también se realizaría a partir de óxido de manganeso), con lo cual no sería tan raro que también expusieran al fuego estos otros.

Con este trabajo se pretende contrastar a nivel empírico los procesos tecnológicos seguidos por los grupos de homo sapiens en el arte prehistórico parietal, comenzando por la molturación y la molienda del mineral quedando reducidos a un fino polvo, pasando por el correspondiente tratamiento térmico para ver los cambios de tonalidades que se producen, y finalizando con la mezcla de los aglutinantes necesarios para llegar a la condición de pigmento y que su aplicación sea más fácil y sencilla.

Otro de los objetivos es poder hacer una paleta cromática con los distintos tonos y colores que obtenemos en los diferentes pasos de la cadena operativa a partir de muestras de tres minerales: hematites u oligisto, goethita y limonita.

Las variables con las que se han trabajado han sido las siguientes:

- **Muestras de minerales:** Hematites, goethita y limonita.
- **Temperatura:** Mineral en bruto (sin que sufran ningún tipo de tratamiento térmico), 200 °C y 300°C. Se han escogido estas temperaturas para realizar la experimentación ya que, aunque sabemos casi con certeza que las sociedades del Paleolítico ya dominaban perfectamente el fuego y los hogares y que podían alcanzar en algunos casos, incluso temperaturas más altas, estas temperaturas podrían ser una buena media.
- **Tiempo:** El tiempo al que se va a exponer al mineral a una fuente calorífica será de media hora y de una hora, para poder apreciar el cambio de tonalidad que se produzca. No creemos viable el hecho de que estas sociedades tuvieran más de este tiempo los minerales en el fuego.
- **Aglutinantes:** Como aglutinantes para la realización de los pigmentos se ha decidido utilizar grasa animal (en este caso manteca de cerdo de origen comercial) y huesos triturados, los cuales también han demostrado las analíticas que serían utilizados como aglutinantes en parte por el contenido de tuétano que aportan.

Los datos obtenidos en la experimentación se presentarán en una tabla sobre un folio blanco, usando el blanco como elemento neutro para la colorimetría. En la experimentación hay un elemento insalvable debido a que según el color del soporte sobre el que se aplique la materia colorante la tonalidad variará, y que no podemos saber con exactitud cuál sería la tonalidad y el color de los pigmentos originales ya que es muy difícil establecer cómo se han ido deteriorando los pigmentos durante todo este tiempo.

LA UTILIZACIÓN DE MATERIA COLORANTE EN LA PREHISTORIA

Es una constante que en los yacimientos prehistóricos aparezcan materias colorantes en formas de nódulos, de colorante en polvo en depósitos de diferente naturaleza o en forma de coloración asociadas a sedimentos o instrumentos. Esto ya fue atestiguado por los primeros investigadores antes incluso de que las pinturas parietales fuesen conocidas y reconocidas, pero estos vestigios han tenido hasta hoy un papel menor en el estudio científico. Con la aparición del arte paleolítico estos colorantes fueron rápidamente asociados a él, pero más tarde comenzaron a realizarse numerosos hallazgos de restos de coloración en sepulturas de diferentes humanos, lo que llevó a que los estudiosos comenzaran a concederles un papel “religioso o ritual”. (San Juan, 1991, p.105; García Borja *et alii*, 2004, p.37).

Se ha generalizado el término ocre para referirse a cualquier materia colorante de tonos rojos o amarillos encontrada en estratos arqueológicos, lo que deja ver el escaso interés que ha despertado en la comunidad científica e investigadora, ya que se ha comprobado que tan sólo un tanto por ciento de la materia colorante recuperada se ha podido identificar como

ocres, siendo el resto óxidos de hierros, tierras ferruginosas, etc. (García Borja *et alii*, 2004, p. 36).

Para que se pueda realizar una interpretación adecuada de estos colorantes es necesario, en primer lugar, que en las memorias de excavaciones arqueológicas se anoten las diferentes coloraciones de los suelos, las acumulaciones de óxidos de hierro o manganeso en restos de hogares y el contexto en el que aparecen, ya que si estos datos no son tomados de una manera rigurosa muchos de ellos acabarán en el apartado de “materiales varios” y no se podrán hacer estudios ni investigaciones. Estos análisis de contextos han permitido que hoy en día se puedan hacer distinciones y se hayan propuesto tres funciones básicas de la materia colorante en la Prehistoria:

- La expresión artística: Siendo las más destacadas las realizadas en soporte duro, tanto parietal como mueble, pero en este apartado también deberíamos tener en cuenta las efectuadas sobre soporte blando, es decir, las pinturas corporales.
- Uso doméstico: Usado para diversas funciones, desde el curtido de pieles hasta el desecamiento de tendones para utilizarlos en el enmangue de diversos útiles.
- Función funeraria: Valor simbólico de la materia. (San Juan, 1991, p.106; García Borja *et alii*, 2004, p.38).

Prácticamente todas las representaciones paleolíticas evidencian una gama cromática muy restringida, ya que parten de sustancias colorantes naturales. Los colores más usados son el rojo, el negro, el blanco y el amarillo, aunque en muchas tonalidades, en función de la saturación, composición, preservación, etc. (Sanchidrián, 2001, p. 56).

La materia prima de la que se extraen los colorantes tiene un origen tanto mineral como orgánico, siendo más comunes los obtenidos de los minerales (Sanchidrián, 2001, p. 56; Sánchez Gómez, 1983, p. 251).

- Blancos: No es un color muy usado en la Prehistoria, y con el tiempo se torna de un tono pajizo. Se realizan a base de mica y caolín.
- Negros: Este color puede conocerse desde el inicio del conocimiento del fuego. Los negros pueden obtenerse tanto con óxidos de manganeso, grafito y magnetita (óxidos de hierro), como a partir de materia orgánica quemando ciertas sustancias como madera, huesos, excrementos de algunos animales (en la cueva italiana de Porto Badisco las analíticas han revelado que se fabricaría el pigmento negro con guano de murciélagos), etc.
- Rojos, amarillos y pardos: Son los colores más empleados. Están compuestos generalmente por óxidos e hidróxidos de hierro (hematites, goethita y limonita) y en muy pocos casos de cinabrio (Sanchidrián, 2001, p.56; Sánchez Gómez, 1983, p. 248).

Los aglutinantes son usados para asegurar la adherencia de la materia colorante, y han sido objeto de numerosas suposiciones, desde grasa tanto animal como vegetal hasta sangre (idea hoy en día desechada), pasando por yema de huevo, etc. y son difíciles de controlar

químicamente después de tantos años (Leroi – Gourhan, 1983, p. 12). Pueden llegar incluso a determinar una tonalidad diferente del pigmento (Sánchez Gómez, 1983, p. 251).

Pero las analíticas indican que las cantidades de ésteres metílicos de ácidos grasos libres son más semejantes a los patrones actuales de grasas animales de vacuno, bovino y porcino que a aceites de procedencia vegetal, aunque ocasionalmente, como en la cueva francesa de Les Trois – Frères, también se han documentado el uso de aceites vegetales (Navarro Gascón y Gómez González, 2003, p. 171).

Como es lógico, los colores que podemos apreciar hoy en día en las pinturas paleolíticas no son, exactamente, los mismos que ellos verían, ya que se produce la actuación de agentes externos ya sean físicos, químicos o biológicos. Lo normal es que se produzca una alteración del color hacia tonalidades más apagadas (Sánchez Gómez, 1983, p. 246).

En lo referente a la fase de extracción, la composición mineralógica de las muestras y su posterior comparación con muestras procedentes de afloramientos de las intermediaciones ha permitido determinar, aunque no en todas las ocasiones, el área de captación de los recursos, lo que nos ha dado información sobre la movilidad de las poblaciones (García Borja *et alii*, 2004, p.36; Bello y Carrera, 1997, p. 825). Pero la obtención de estas materias no siempre fue realizada en el territorio inmediato, como apuntan García Borja *et alii* (2004, p. 36) se dan casos en los que la calidad o incluso el valor que podrían tener ciertos afloramientos han dado lugar a desplazamientos de larga distancia o el desarrollo de extensas redes de intercambio, poniendo como ejemplo que entre los aborígenes australianos los desplazamientos llegaron a alcanzar distancias de hasta 600 km.

PROYECTO EXPERIMENTAL

La arqueología experimental y los proyectos experimentales nos sirven para poder reconstruir las actividades que realizaron las sociedades del pasado. Para poder llevar a cabo un modelo de arqueología experimental es necesario un modelo de contrastación de hipótesis a través de la experimentación y de las ciencias empíricas. Es necesario llevar a cabo la experimentación con técnicas compatibles y acordes a las tecnologías que tendrían las sociedades sobre las que se va a realizar el estudio, pero también es compatible el uso de catalizadores que ayuden a acelerar el proceso operativo si lo que se busca es el estudio del resultado, como en este caso el poder llevar a cabo, con el mineral ya pulverizado, el tratamiento térmico para poder contrastar las diferentes tonalidades cromáticas que adquieren. (Baena Preysler, 1997).

Ocre, óxido, hidróxido, pigmento y aglutinante.

Algunas de las palabras más usadas durante el proyecto son los de *ocre*, *óxido*, *hidróxido*, *pigmento* y *aglutinante*, por ello es conveniente la explicación de cada uno de ellos y dar una definición concreta para evitar cualquier tipo de confusión y aclarar, en el caso que sea necesario, el término.

Ocre: Pigmento que puede ser de tonos amarillos, rojos, dorados o marrones. Son tierras naturales que contienen sílice además de otras impurezas como yeso, magnesio, aluminio, y que deben su color al óxido de hierro que contienen (Calvo, 2003, p.159). Como ya se

ha señalado anteriormente es importante resaltar que no todos los pigmentos utilizados durante la Prehistoria son ocres.

Óxido: Compuesto natural en el que el oxígeno aparece combinado con uno o más metales. En el experimento se trabaja con hematites Fe_2O_3 . (Klein y Hurlbut, 2002, p.412)

Hidróxido: Los minerales hidróxidos están caracterizados por la presencia del grupo oxhidrilo $(\text{OH})^-$. La presencia de los grupos $(\text{OH})^-$ ocasiona un debilitamiento en los enlaces de las estructuras en comparación con la de los óxidos. En este experimento se usan goethita $\alpha\text{FeO}(\text{OH})$ y limonita $\text{FeO}(\text{OH}) \cdot n\text{H}_2\text{O}$. (Klein y Hurlbut, 2002, p. 434).

Pigmento: Cualquiera de las materias colorantes que se emplea para pintar. Los colores pueden ser de naturaleza animal, vegetal, mineral o sintética. (Calvo, 2003, p. 173).

Aglutinante: Sustancias que mantienen las partículas tanto de los pigmentos como de las cargas inertes unidas entre sí, cohesionadas, y con el soporte o la capa anterior. (Calvo, 2003, p. 16).

Hematites, goethita, limonita. Características mineralógicas.

Los tres minerales usados para llevar a cabo la experimentación son el hematites, la goethita y la limonita, óxidos e hidróxidos de hierro, que como ya se ha comentado antes, diversas analíticas de pinturas paleolíticas han mostrado su utilización para fabricar pigmentos y con ellos realizar representaciones.

Cada uno de ellos tiene unas características mineralógicas singulares, las cuales, en mayor o menor medida han afectado a la realización del trabajo, como puede ser, por ejemplo, la dureza, en este caso a la hora de reducirlos a polvo.

Los minerales (Figura 1) son de origen comercial, obtenidos en diferentes tiendas especializadas y ferias de minerales, debido a la imposibilidad de poder buscarlos en la naturaleza por la falta de conocimientos geológicos, tanto el hecho de no saber la localización de menas de estos minerales en las proximidades, como no reconocerlos.

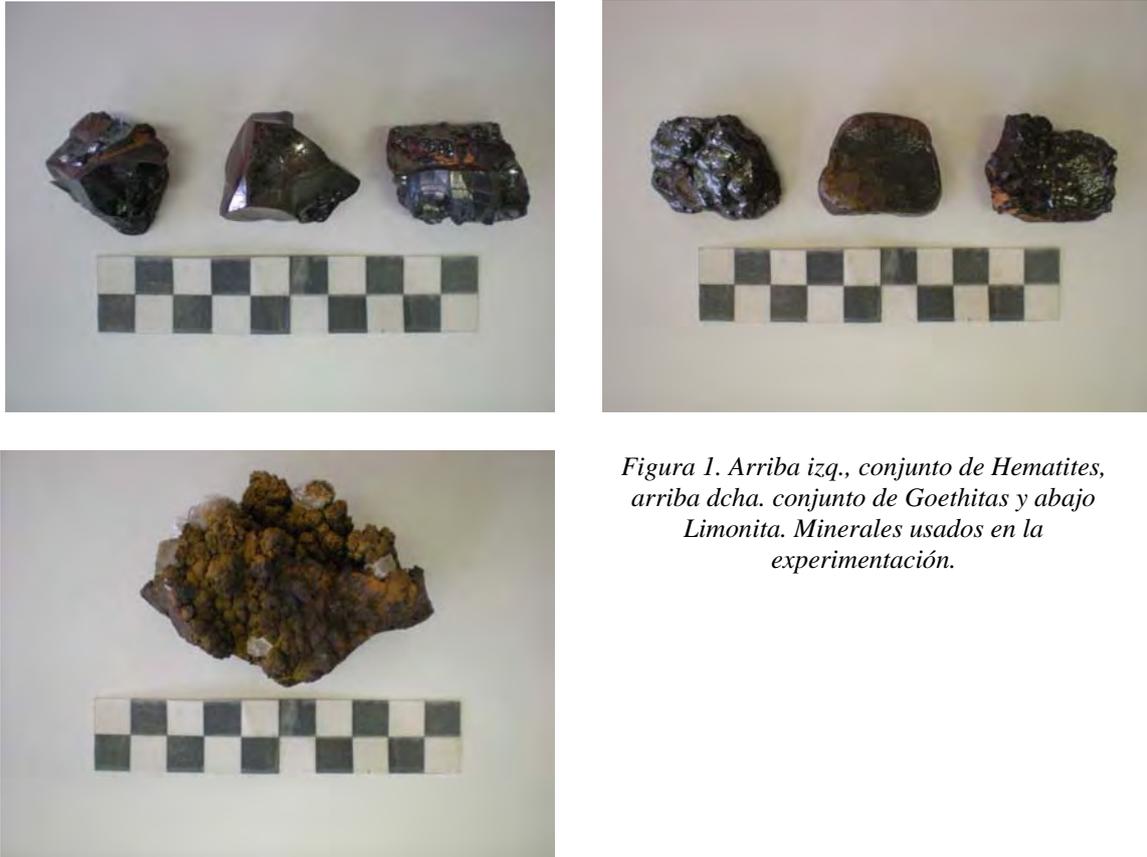
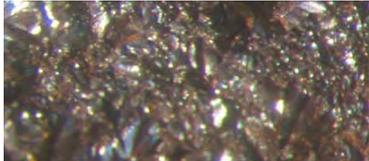


Figura 1. Arriba izq., conjunto de Hematites, arriba dcha. conjunto de Goethitas y abajo Limonita. Minerales usados en la experimentación.

Todas las fotografías han sido sacadas en la mesa de fotografía del Laboratorio docente de la Universidad Autónoma de Madrid (UAM). Han sido realizadas con una cámara compacta NikonCoolpix S210. Para tratar la luz incandescente de la mesa de fotografía se puso un filtro azul, para que no se vean los minerales anaranjados. Se utilizó el objetivo Macro e ISO 400. Se decidió poner un fondo blanco a las fotografías para que, al ser la mayor parte de los minerales metálicos no salieran reflejos en ellos del color del fondo.

A continuación se presenta una tabla resumen con las características de cada mineral y las fotos sacadas en el laboratorio docente de la UAM con Lupa Binocular Leica con diferentes aumentos: 16x para el hematites, 40x para la goethita y 16x para la limonita.

Mineral	Hematites	Goethita	Limonita
Fórmula química	Fe ₂ O ₃	αFeO(OH).	FeO(OH) • nH ₂ O.
Origen del nombre	Del griego <i>hemáticos</i> , que significa sanguíneo.	Debe su nombre al poeta y filósofo alemán J. W. Goethe.	Del griego <i>lemon</i> , que significa prado.
Composición química	69.94% de Fe y 30.06% de O. Impurezas de Ti, Al y Mn.	89.86% de Fe ₂ O ₃ y 14% de H ₂ O. Suele contener hasta un 5% de Mn ₂ O ₃ , sustituyendo al Fe. Pueden contener agua.	Está formada por una mezcla de minerales amorfos y goethita micro (y cripto) cristalina, lepidocrocita e hidróxidos de hierro y todos los términos de evolución entre el coloide propiamente dicho (stilpnosiderita) y los productos cristalizados.
Sistema cristalino	Sistema trigonal	Sistema Ortorrómico	No se encuentra nunca cristalizada
Agregados cristalinos y masas	Se encuentra con relativa frecuencia en cristales laminares, romboédricos y tabulares, formando agregados de masas criptocristalinas compactas y continuas, hojosas o escamosas.	Aspecto acicular o columnar, usualmente en masas arriñonadas, botrioides o estalactíticas, con estructura concéntrica o en fibras radiantes, columnar o en laminillas, compacta, terrosa, a veces isolítica u oolítica y suelta o porosa.	Se presenta en forma esponjosa, compacta, concrecionada, estalactítica, mamelonar, botroidal o pisolítica.
Color	Cristalino: de negro de hierro a gris de acero. Masivo: ojo pardo al rojo intenso e incluso negro.	Cristalino: De pardo negruzco a amarillo Masivo: de pardo rojizo a amarillo pardusco	Varía de amarillo claro a negro.
Raya	Pardo rojiza o rojiza.	Pardo amarillenta.	Pardo amarillenta.
Brillo	Metálico en las variedades cristalinas y mate en las terrosas.	En los cristales es adamantino o metálico hasta mate y en las variedades fibrosas es sedoso.	
Dureza	6.5.	De 5 a 5.5.	Puede variar de 4.5 a 1.5

<p>Otras características</p>	<p>Lentamente soluble en ácidos, infusible, semiconductor de la electricidad y prácticamente no magnético</p>	<p>Difícilmente fusible, soluble lentamente en HCl y rápidamente en ácido nítrico. Durante un calentamiento prolongado desprenden agua, enrojecen y se convierten en Fe₂O₃ deshidratado.</p>	
<p>Aspecto</p>			

Molturación y molienda de las muestras.

Este proceso se llevó a cabo en el Laboratorio de Arqueología Experimental de la UAM.



Figura 2. Molturación del mineral con cuarcita.

Los minerales se partieron y molturaron sobre una caliza con una cuarcita usada como percutor (Fig. 2), algunos estudios etnográficos hablan del raspado de la superficie de los nódulos para la obtención de la materia colorante (García Borja *et alii*, 2004, p. 36), pero eso sería en el caso de que se tratasen de ocre, no de minerales como es el caso.

Al moler las muestras se pudo observar como cada uno rompía de una manera diferente, rompiendo el hematites (Fig. 3) y la goethita de una manera astillosa formándose esquirlas, mientras que la limonita lo hacía de una manera más redondeada.

La molienda se realizó de una manera concienzuda hasta que los minerales quedaron reducidos a polvo para poder someterles al tratamiento térmico. Una duda que surgió durante la operación fue si esta fase se realizaría antes o después del tratamiento térmico, pero en este caso, para poder meter las muestras en la mufla y controlar mejor las cantidades era necesario que el mineral estuviera ya molido.



Figura 3. Cuarcita con Hematites molturado. Se puede apreciar como en la cuarcita ha quedado impregnada de colorante y como quedan en ella huellas de uso al golpearla contra los minerales.

Tratamiento térmico.

Se trata de una parte fundamental del proyecto, ya que se quería demostrar cómo los hidróxidos de hierro (goethita y limonita) que son de colores parduzcos y amarillos tornaban hacia el color rojo en el momento en el que se los sometía a una fuente de calor, cosa que como queda registrado en el registro arqueológico, en el Paleolítico ya sabían que se producía.

Según García Borja *et alii* (2004, p. 37) “la escasez de colorante rojo en determinadas áreas llevó al desarrollo, desde fechas tempranas, de una técnica compleja de manipulación de óxidos de hierro amarillos para la obtención de rojos que consiste en la deshidratación de esos óxidos mediante su sometimiento a una temperatura igual o superior a 260°C que da como resultado una hematites desordenada, ausente en estado natural”

El tratamiento térmico de las muestras se realizó en el Centro de Química Orgánica Manuel Lora – Tamayo del CSIC, con la ayuda de Nicolás Seclén Hidalgo del Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros.

Con los tres tipos de minerales ya en polvo se hicieron 12 muestras de 10 gramos cada una (Fig. 4). En tandas de tres (una muestra de cada óxido e hidróxido) se les sometieron introduciéndolas en una mufla (Fig. 5) a temperaturas de 200 °C, durante 30 minutos y una hora, y a temperaturas de 300°C durante los mismos tiempos, para ver como el color iba variando en función al tiempo y a la temperatura de exposición.

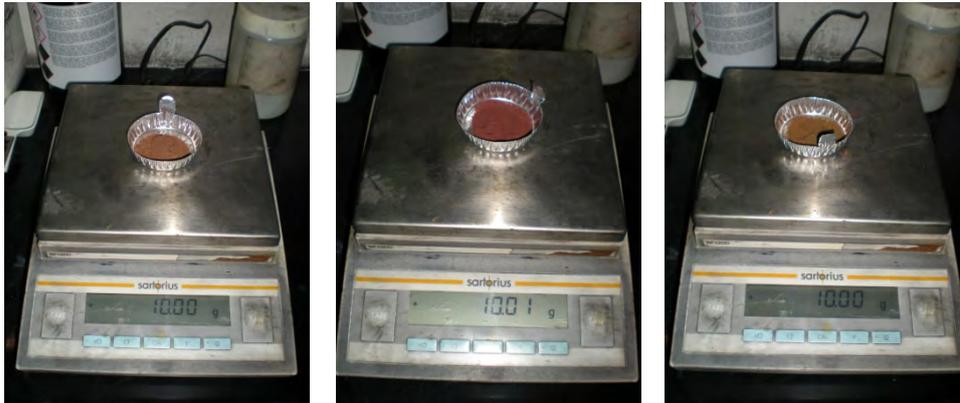


Figura 4. Materia colorante antes de ser expuesta a la fuente



Figura 5. Mufla usada para el tratamiento térmico.

En la tabla en la que se presentan los resultados de los distintos colores obtenidos se ve como el hematites, la goethita y la limonita, a medida que se les somete a más temperatura durante más tiempo van tornando su color hacia tonalidades más rojizas (Fig. 6).

Añadido de aglutinantes.

Los aglutinantes desempeñan un papel importante en los pigmentos, ya que les proporcionan gran parte de las propiedades necesarias para su perdurabilidad. En este momento es cuando se convierten en productos manufacturados cuya elaboración se llevaba a cabo a partir de materias primas naturales.

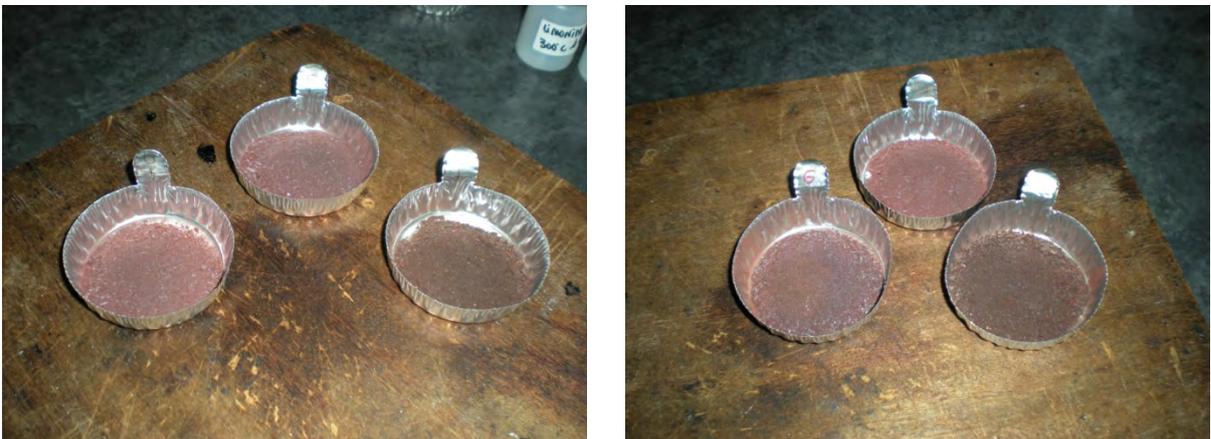


Figura 6. Colorantes después de haber sido sometidos a un tratamiento térmico de 300°C durante 30 minutos y una hora respectivamente. Como se puede observar han cambiado la tonalidad, principalmente la goethita y la limonita tornando hacia tonos rojos.

SUBSTANCIAS DE ORIGEN ANIMAL.		
Tradicionalmente usadas como aglutinantes.	Propuestas aglutinantes de rupestre.	Identificadas en muestras reales.
Proteínas.		
Huevo.	Sangre.	Sangre.
Colágeno y colas animales.	Huevo.	Huevo.
Leche.	Orina.	
Polisacáridos.		
Gomas vegetales y mucílagos.	Gomas vegetales y mucílagos.	Gomas vegetales y mucílagos.
Lípidos.		
Aceites vegetales secantes.	Grasas animales.	Grasas animales.
Ceras.		
Resinas terpénicas.		
Resinas diterpénicas.	Resinas diterpénicas.	Resinas diterpénicas.
Resinas triterpénicas.	Resinas triterpénicas.	Resinas triterpénicas.

Figura 7. Tabla de sustancias de origen natural, según M.T. DomenechCarbó.

La tabla (Fig. 7) expone los productos orgánicos naturales más usados en el arte como aglutinantes, los cuales aparecen clasificados de acuerdo a su composición química. Las sustancias proteicas tales como cola animal, huevo y caseína se han utilizado en la antigüedad como aglutinantes (DomenechCarbó, 2010, p. 49).

La incorporación de un aglutinante de naturaleza orgánica va a facilitar la aplicación del pigmento al soporte aportando la fluidez necesaria para que se pueda aplicar con ayuda de los dedos o brochas y pinceles rudimentarios.

La identificación de aglutinantes en pintura rupestre está condicionada por dos aspectos: la baja concentración de la sustancia a identificar y el posible deterioro o alteración que el aglutinante pueda haber sufrido. Además hay que añadir el máximo respeto al bien cultural y arqueológico, ya que muchos de los estudios necesarios para la caracterización son invasivas o destructivas. Todo esto hace que sean un número reducido los trabajos publicados que hablan sobre la presencia de materia orgánica en las pinturas rupestres, y un número más escaso los que reportan una identificación positiva del aglutinante orgánico (DomenechCarbó, 2010, p. 53).

Para el proyecto experimental se decidió utilizar un tipo de aglutinante proteínico, la clara de huevo y otro lípido, la grasa animal.

La clara de huevo tiene una composición compleja en términos de proteínas individuales, siendo las más importantes las glicoproteínas, ovoalbúmina y lysozima. Esta proteína ha sido constatada en yacimientos como SosFurrighesos (Italia), Domus de Janas (Italia) o los abrigos prehistóricos de Lancusi rock TadrartAcaus (Libia) (DomenechCarbó, 2010, p. 59).

En la experimentación se pudo comprobar que al aglutinar la materia colorante con la clara del huevo se producía un oscurecimiento de ésta, formándose una mezcla pastosa. Los resultados de las tonalidades obtenidas con la clara de huevo se pueden apreciar en la tabla que se incluye en el apartado de “Colorimetría”.

El otro aglutinante usado en el proyecto fue la grasa animal. En los análisis realizados sobre pinturas rupestres francesas han sido los más habituales en las cuevas, y en la bibliografía especializada son los que más veces aparecen identificados (Navarro Gascón y Gómez González, 2003, p. 171; García Borja *et alii*, 2004, p. 37; DomenechCarbó, 2010, p. 61).

Con la grasa mineral se obtuvieron pigmentos más homogéneos que con la clara de huevo, y los colores también variaron aunque de una manera menos evidente que con la clara de huevo. Las tonalidades obtenidas también se pueden encontrar en la tabla citada anteriormente.

La mezcla de los aglutinantes con los pigmentos fue mucho más sencilla y queda de una manera más homogénea al ser realizada con hematites y goethita que son minerales más puros, que con limonita, que su composición tiene más impurezas y no termina de aglutinar bien.

Colorimetría.

Una parte importante de la experimentación es el estudio de las diferentes mezclas colorantes con los aglutinantes y en bruto, y las diferencias tonales que se producen al someterlos a diferentes temperaturas.

Es importante el término *color*, según la RAE, es una sensación producida por los rayos luminosos que impresionan los órganos visuales y que depende de la longitud de onda, teniendo en cuenta que esta característica puede variar de un observador a otro.

Es necesario el hecho de intentar cuantificarlo de una manera lo más objetiva posible, y para ello se utiliza la colorimetría, una técnica de medida del color gracias a la cual se puede, incluso, llegar a caracterizar los pigmentos. Se tienen en cuenta tres factores: la luz incidente, la superficie del objeto iluminado y el órgano receptor que puede corresponder o al ojo humano o a un aparato de medida (colorimetría visual o instrumental respectivamente.) (Wright, 2010, p. 306).



Figura 8. Referenciación de los pigmentos obtenidos en la experimentación.

En este caso, como no se ha podido tener acceso al análisis de colorimetría instrumental (espectro colorímetro), se ha utilizado la observación humana, comparando las distintas tonalidades obtenidas en la fabricación de los pigmentos con un Atlas Munsell (Fig. 8), pero este método depende de cada persona y su precisión no es óptima.

A continuación se presentan todos los datos obtenidos en el proyecto experimental en una tabla en los que debajo de cada muestra de color hay una casilla con la notación Munsell correspondiente.

Se ha elegido un elemento blanco para presentar los resultados finales para que afectara lo menos posible al pigmento, ya que el blanco es el elemento neutro y es lo más adecuado para que el color del soporte no afectara al color de las muestras.

BRUTO		200 °C				300 °C			
		1/2 h	1 h	1/2 h	1 h	1/2 h	1 h	1/2 h	1 h
7.5R 4/8		7.5R 3/4		7.5R 4/4		7.5R 4/6		7.5R 4/6	
Grasa animal	Clara de huevo	Grasa animal		Clara de huevo		Grasa animal		Clara de huevo	
		1/2 h	1 h	1/2 h	1 h	1/2 h	1 h	1/2 h	1 h
10R 3/6	7.5R 2.5/3	10R 3/4	10R 3/6	7.5R 5/4	7.5R 4/4	7.5R 3/4	7.5R 4/4	7.5R 2.5/2	7.5R 3/2
		1/2 h	1 h	1/2 h	1 h	1/2 h	1 h	1/2 h	1 h
7.5YR 5/8		5YR 5/6		5YR 4/6		10R 4/6		10R 3/4	
Grasa animal	Clara de huevo	Grasa animal		Clara de huevo		Grasa animal		Clara de huevo	
		1/2 h	1 h	1/2 h	1 h	1/2 h	1 h	1/2 h	1 h
7.5YR 4/6	7.5YR 4/6	5YR 4/6	5YR 4/4	5YR 3/2	5YR 4/2	10R 3/4	10R 4/4	5YR 2.5/2	7.5YR 2.5/1
		1/2 h	1 h	1/2 h	1 h	1/2 h	1 h	1/2 h	1 h
10YR 6/8		10YR 4/6		10YR 4/6		2.5YR 5/6		2.5YR 4/6	
Grasa animal	Clara de huevo	Grasa animal		Clara de huevo		Grasa animal		Clara de huevo	
		1/2 h	1 h	1/2 h	1 h	1/2 h	1 h	1/2 h	1 h
7.5YR 5/8	7.5YR 6/8	7.5YR 4/3	7.5YR 3/4	7.5YR 3/3	7.5YR 2.5/3	5YR 4/4	5YR 3/4	7.5YR 3/1	7.5YR 2.5/2

HEMATITES Fe₂O₃

GOETHITA α-Fe(OH)

LIMONITA Fe(OH)·nH₂O

CONSIDERACIONES FINALES

La primera de las cosas a subrayar del trabajo es que no todos los colorantes que se encuentran en los estratos arqueológicos corresponden a “ocres”, tierra natural con alto contenido en sílice y otras impurezas que toman su coloración por el óxido de hierro que contienen, sino que la tecnología de estas sociedades en este momento también permitía la transformación de minerales de óxido e hidróxido de hierro en materia colorante.

Si la comunidad científica e investigadora continúa con su labor respecto a éste tema se podrán realizar nuevas aproximaciones sobre la tecnología y los conocimientos de estas sociedades, además de movimientos, desplazamientos, comercio e intercambios que se podrían dar con otros grupos, el valor simbólico que podrían llegar a tener las diferentes materias, etc.

Es necesario un estudio en profundidad, no únicamente una mera descripción visual de la materia colorante encontrada o de las representaciones realizadas. Su conocimiento nos puede ayudar a saber cómo se degradan estos materiales y como han de conservarse para que no se produzca su pérdida total. Hay muchas líneas de investigación abiertas de las que se puede obtener mucha información de diversos campos de aplicación.

Para obtener datos concluyentes sería necesaria la realización de muchas más analíticas, en muchos casos inverosímiles, ya que muchas de ellas son destructivas o invasivas y por encima del conocimiento debe de prevalecer la conservación.

Con este proyecto experimental se ha intentado demostrar cómo al someter los óxidos, y principalmente los hidróxidos de hierro a temperaturas superiores a los 260°C se produce un cambio en la tonalidad de estos minerales tornando hacia el rojo, objetivo conseguido con éxito.

Los aglutinantes también ayudan a que se produzca un cambio en la coloración de los pigmentos, dándoles, por lo general, una coloración más viva. En este caso la clara de huevo hace que se oscurezca notablemente, mientras que con las grasas animales se consiguen colores más homogéneos.

Cada aglutinante actúa de una manera diferente con la materia colorante siendo, en esta comparativa, la grasa de animal el que le da un aspecto más compacto y uniforme y haciendo que su aplicación sea más sencilla que el pigmento obtenido mezclando con clara de huevo.

BIBLIOGRAFÍA

Atlas Munsell. Soil – Color Charts.

- BAENA PREYSLER, J. (1997): “Arqueología experimental, algo más que un juego”. *Boletín de Arqueología Experimental*, 1. Pp. 2 – 5. Recuperado de <http://www.uam.es/otros/baex/baex1.pdf>
- BELLO, J. M^a. y CARRERA, F. (1997): “Las pinturas del monumento megalítico de Dombate: estilo, técnica y composición”, en Rodríguez Casal, A.A. (Ed.), *O Neolítico Atlántico e as orixes do megalitismo*, Santiago de Compostela. Pp. 819 – 828.
- BERRY, L.G. y MASON, B. (1966): *Mineralogía*. Ed. Aguilar, Valencia.
- BETEJTIN, A. (1979): *Curso de Mineralogía*. Ed. Paz, Moscú.
- CALVO MANUEL, A. (2003): *Conservación y restauración. Materiales, técnicas y procedimientos. De la A a la Z*. Ediciones del Serbal, Barcelona.
- DOMENECH CARBÓ, M.T. (2010): “Caracterización de aglutinantes orgánicos de las pinturas rupestres y problemas asociados a su conservación”, en VV.AA., *Ponencias de los seminarios de arte prehistórico desde 2003 – 2009. Serie Arqueológica*, n. 23. Pp. 47 – 67.
- KLEIN, C. y HURLBUT, C.S. (2002): *Manual de mineralogía. Volumen II*. Editorial Reverté, S.A., Barcelona.
- LEROI – GOURHAN, A. (1983): *Los primeros artistas de Europa*. Encuentro Ediciones, Madrid.
- MARTÍNEZ, C. (1997): “El dolmen de Alberite (Villamartín). Excavación, analítica y su aportación al conocimiento de las sociedades del V^o milenio a.n.e. de Cádiz” en Rodríguez Casal, A.A. (Ed.), *O Neolítico Atlántico e as orixes do megalitismo*, Santiago de Compostela. Pp. 839 – 854.
- MOLLFULLEDA, J. (1996): *Minerales. Descripción y clasificación*. Ediciones Omega, S.A., Barcelona.
- MUSIC, S. y POPOVIC, S. (1987): “Mössbauer spectroscopic and X – Ray diffraction study of the thermal decomposition of natural siderite and goethite”. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 1, Vol. 111. Pp. 27 – 41.
- NAVARRO GASCÓN, J.V. y GÓMEZ GONZÁLEZ, M^a. L. (2003): “Resultados analíticos obtenidos en el estudio de pigmentos y posibles materiales colorantes de las pinturas de la Cueva de Tito Bustillo”, en Balbín Behrmann, R. y Bueno Ramírez, P., *Primer Symposium Internacional de Arte Prehistórico de Ribadesella. El Arte Prehistórico desde los inicios del siglo XXI*, Ribadesella. Pp. 161 – 172.

- PIETSCH, E. (1964): *Altamira y la Prehistoria de la Tecnología Química*. Patronato de investigación científica y técnica “Juan de la Cierva” (CSIC), Madrid.
- SAN ANDRÉS, M., SANCHO, N. y De la ROJA, J. M. (2010): “Alquimia: pigmentos y colorantes históricos”. *Anales de la Real Sociedad Española de Química*, 1. Pp. 58 – 65. Recuperado de dialnet.unirioja.es/servlet/fichero_articulo?codigo=3184831
- SAN JUAN, C. (1991):” El estudio de las materias colorantes prehistóricas: últimas aportaciones y normas prácticas de conservación”, en *XX Congreso Nacional de Arqueología*, Zaragoza. Pp. 105 – 112.
- SÁNCHEZ GÓMEZ, J.L. (1983): “Acerca de la coloración en las pinturas rupestres prehistóricas”. *Zephyrus. Revista de Prehistoria y Arqueología*, 36. Pp. 245 – 253. Recuperado de http://campus.usal.es/~revistas_trabajo/index.php/0514-7336/article/viewFile/433/607
- SANCHIDRIÁN, J.L. (2001): *Manual de arte prehistórico*. Ed. Ariel Prehistoria, Barcelona.
- VV. AA. (1997): “La plaqueta pintada del yacimiento epipaleolítico de Picamoixons (Alt Camp, Tarragona): aproximación al estudio de la cadena operativa”. *Pyrenae: revista de prehistòria i antiguitat de la Mediterrània Occidental*, 28. Pp. 25 – 40. Recuperado de <http://www.raco.cat/index.php/Pyrenae/article/viewFile/165140/243016>
- VV.AA. (2004): “Aproximación al uso de la materia colorante en la Cova de l’Or”. *Recerques del Museu d’Alcoi*, 13. Pp. 35 – 52. Recuperado de <http://www.raco.cat/index.php/RecerquesMuseuAlcoi/article/viewFile/175372/227723>
- VV.AA. (2011): “Kinetic study of the thermal transformation of limonite to hematite by X-ray diffraction, μ – Raman and Mössbauer spectroscopy”. *HyperfineInteract*, 203. Pp. 113 – 118. Recuperado de <http://adsabs.harvard.edu/abs/2011HyInt.203..113P>
- WRIGHT, V. (2010): “Pigmentos y tecnología artística mochicas: una nueva aproximación en la comprensión de la organización social”. *Bulletin de l’Institut François d’Etudes Andines*, 39 (2). Pp. 299 – 330. Recuperado de [http://www.ifeanet.org/publicaciones/boletines/39\(2\)/299.pdf](http://www.ifeanet.org/publicaciones/boletines/39(2)/299.pdf)

ESTUDIO DE LAS HUELLAS DE USO EN LOS ORIFICIOS DE LOS COLGANTES DE HUESO DEL MAGDALENIENSE

Marta Sintés Rodríguez San Pedro

INTRODUCCIÓN

Con el presente trabajo busco hacer un estudio traceológico de los colgantes de hueso del Magdaleniense mediante la observación de las huellas de uso que se forman en el orificio del colgante tras ser llevado al cuello durante varios meses.

Para empezar el objeto de adorno-colgante es un símbolo, un código, un lenguaje, un medio de comunicación capaz de actuar como forma de cohesión de un grupo humano y diferenciarlo de otros grupos que integran la sociedad.³

Hasta el momento, los primeros datos de la fabricación de colgantes proceden del yacimiento sudafricano de Blombos Cave, donde se documentó un conjunto de gasterópodos perforados con indicios de haber estado puestos en suspensión. Estas piezas, fabricadas por el Hombre Moderno, poseen una cronología cercana al 75000 a.C. En Europa los primeros colgantes se remontarían, según la información disponible hasta el momento, al 45000 y 30000 a. C.⁴

Pero el periodo escogido ha sido el Magdaleniense, pues es el periodo del Paleolítico superior en el que se ha documentado un mayor número de objetos de adorno, prácticamente se encuentran en todos los yacimientos.

El Magdaleniense es sin duda uno de los momentos más creativos de la historia de la humanidad. Las causas de este fenómeno pueden deberse a la retirada progresiva de las capas de hielo a partir del Magdaleniense medio, que hizo posible la expansión de las poblaciones animales y con ello la colonización del espacio por grupos de cazadores recolectores que hasta entonces habían ocupado las tierras más al sur.

Los adornos personales del magdaleniense se hicieron a partir de una amplia gama de materias primas: conchas de moluscos recientes y fósiles; los dientes de varios tipos diferentes de animales; hueso, asta y marfil, y materiales minerales. Esta variedad de materias primas no fue original de las gentes de este periodo si no que ya está documentada desde el inicio del Paleolítico Superior, en el Auriñaciense. No obstante, la creación de ciertas formas, el desarrollo de determinadas técnicas, y el grabado de motivos decorativos

³ Beals, R. L. & Hoijer, H., 1973; Charles, R., 2000; Dubin, L. S., 1987; Preston Whyte, E., 1994; Sciamia, L. D. & Eicher, J. B., 1998; Taborin, Y. 1993a; 1995; 1996; 2000; 2004a y b; Tainter, J. A., 1978; Vanhaeren, M., 2002; Weniger, G.-C., 1991; White, R., 1999.

⁴ ÁLVAREZ FERNÁNDEZ, E., (2006): *Los objetos de adorno-colgantes del Paleolítico Superior y del Mesolítico en la Cornisa Cantábrica y en el Valle del Ebro: una visión europea*. Ediciones Salamanca.

que no existía hasta entonces, hace posible considerar el Magdalenense como un período original en lo relativo a la fabricación de colgantes.

El material escogido para la experimentación ha sido el hueso pues se han documentado muchos colgantes fabricados con este material en yacimientos del Magdalenense. Fueron utilizados sobre todo los huesos huecos de las aves o los mamíferos, como liebres, documentados en sitios como Andernach-Martinsberg-2 y Petersfels; falanges (Kesslerloch) y sesamoideos (Hostim) de renos; hioides (Propstfels, Schweizerbild) y discos, registrados en Alemania (Petersfels), Suiza (Kesslerloch, Höhlenberg-Höhle-3) y la República Checa República (Křížowa, Pekárna).

ANTECEDENTES

En la aplicación de la arqueología experimental al estudio de los colgantes no hay apenas trabajos sobre material óseo pues no se usó tanto como los otros soportes. Aun así conviene señalar los estudios experimentales que se han hecho sobre los colgantes en la Prehistoria. Destacan los trabajos pioneros de S. A. Semenov, quien sentó las bases de la investigación funcional fundamentada en el análisis microscópico y en la contrastación de resultados con comparaciones de tipo etnológico y experimental. Las investigaciones posteriores han tenido como objeto la experimentación con conchas, con dientes de animales, etc. (realización de perforaciones, huellas de uso, etc.) y la contrastación con piezas arqueológicas, destacando aquí las investigaciones de Y. Taborin (Taborin, Y., 1974a y b; 1977; 1990a; 1993a y b) en el territorio francés, así como de M. Vidal y López (1943) y B. Madariaga de la Campa (1967) en la Península Ibérica, centradas estas últimas, de forma exclusiva, en los objetos de adorno-colgantes realizados a partir de conchas de moluscos. Sin embargo, será a partir de los años noventa cuando este tipo de experimentación tenga más auge, destacando las investigaciones del grupo de trabajo de F. d'Errico, principalmente dirigidas al estudio de objetos de adorno-colgantes sobre diente y sobre concha o de B. Soler Mayor. Otros nos dan datos complementarios sobre el tiempo de fabricación de los objetos de adorno-colgantes, destacando las investigaciones de R. White (1993b; 1999) sobre las cuentas realizadas en marfil de comienzos del Paleolítico superior. También destacan trabajos realizados en otras materias primas: dientes, yeso, vértebras de pez, etc. (Pfaffinger, M. & Pleyer, R., 1991; Sauer, G., 1995).⁵

FASES DE LA EXPERIMENTACIÓN

Planteamiento

La primera fase de la experimentación fue buscar un tema de interés y hacer un guión de trabajo en el que se planteaba la hipótesis de partida y los pasos necesarios para recrear la experimentación.

⁵ÁLVAREZ FERNÁNDEZ, E., (2006): *Los objetos de adorno-colgantes del Paleolítico Superior y del Mesolítico en la Cornisa Cantábrica y en el Valle del Ebro: una visión europea*. Ediciones Salamanca.

Como ya se ha dicho más arriba el tema escogido fue el estudio de las huellas de huso en los orificios de los colgantes del Magdaleniense. El objetivo de este trabajo sería ver las diferentes marcas que presentarían cuatro colgante antes y después de su uso y ver si podían ser equiparables a las halladas en colgantes auténticos del Magdaleniense. Además se usarían dos procedimientos para hacer los orificios de los colgantes, dos de ellos con una punta lítica enmangada y otros dos sin enmangue, para ver que tipo de huella dejaba cada uno. Las piezas resultantes se colgarían de un cordel hecho de fibra natural y serían llevadas al cuello durante cinco meses para después proceder a su estudio en el laboratorio.

Para llevar a cabo esta experimentación fue necesario primero hacer una búsqueda bibliográfica sobre el tema para determinar que materiales serían los adecuados y que forma deberían tener las réplicas de colgantes. Me decante por el hueso por ser un material muy común durante este periodo. La fracción mineral del hueso posee principalmente iones de calcio, fosfato, oxidrilo, carbonatos y citrato, con pequeñas cantidades de otros, en especial de sodio, magnesio, potasio, cloro y flúor que lo convierten en un excelente material de soporte y de materia prima para la elaboración de artefactos.⁶ Para la tipología de los colgantes me basé en muestras encontradas en yacimientos del Magdaleniense como los de la cueva de Praileaitz I (Deba), buscando sobre todo simplicidad.



Figura 1. Colgantes hallados en la cueva de Praileaitz I.

Dado que lo que se pretendía observar eran las huellas de uso en los orificios no me planteé seguir procedimientos exactos del Magdaleniense para la obtención de los colgantes, limitándose éstos nada más a la realización de los orificios.

⁶ PÉREZ ROLDÁN, G. (2005): *El estudio de la industria del hueso trabajado: Xalla, un caso teotihuacan*. Escuela Nacional de Antropología e Historia, México

Para llevar los colgantes al cuello se seleccionarían a cuatro voluntarios. La decisión del tiempo que habríamos de llevar los colgantes estaba limitada por el periodo lectivo y se estableció en cinco meses, de 1 de enero a 31 de mayo.

Una vez estipulado todo esto empecé la experimentación.

Selección de materiales

- Para la recreación de los colgantes se usaron los huesos metacarpianos o metatarsianos de un rumiante salvaje (tipo cérvido), por ser este un animal muy común en toda Europa desde la Prehistoria.

Los huesos estaban frescos y prácticamente limpios de carne, excepto en la epífisis que aún tenía restos de tendones y cartílago.



Figura 2. Metacarpos o metatarsos.

- Para hacer los orificios se usaron piezas líticas de sílex previamente trabajadas por el profesor para darle forma apuntada. Una de ellas se enmangó en una caña con una cuerda para probar diferentes técnicas a la hora de hacer el agujero a los colgantes.



Figura 3. Puntas líticas



Figura 4. Punta enmangada

• Para la realización de los cordeles se usó estopa. Se eligió este material por no ser excesivamente áspero.



Figura 5. Madeja de estopa.

Preparación de los huesos

Antes de proceder a la realización de los colgantes hubo que preparar los huesos y hacerlos aptos para la experimentación. La dificultad inicial a la hora de usar este material óseo fue su limpieza ya que aún presentaba restos de cartílago articular en la epífisis y médula ósea en el interior de la diáfisis.

Para ello primero se limpiaron los huesos con agua, un cepillo y un cuchillo, raspando los restos de carne, periostio, tendones, cartílago y material esponjoso.



Figura 6. Limpiando los huesos

Después se puso los huesos en remojo en una solución de agua y lejía para blanquearlos y limpiarlos bien de cualquier resto cárnico y evitar la putrefacción.



Figura 7. Huesos en remojo.

Una vez llevada a cabo esta primera fase de limpieza se procedió a serrar los huesos por la mitad para eliminar la médula ósea (tuétano), volviendo después a repetir el proceso de lavado de las piezas descrito arriba. Para cortar el hueso se utilizó una sierra para metal y un tornillo de sujeción.



Figura 8. Serrando los huesos



Figura 9. Hueso serrado por la mitad



Figura 10. Limpiando los huesos

Llegados a este punto se consideró que los huesos ya estaban listos para ser transformados en colgantes.

Preparación de los colgantes

El primer paso fue dar al hueso la forma de colgante que se había fijado en el planteamiento de la experimentación. Para ello se suavizaron los bordes con la piedra de afilar eléctrica y después se partieron los huesos por la mitad con la mano.



Figura 11. Puliendo los huesos con la piedra de afilar eléctrica



Figura 12. Hueso partido por la mitad.

Para darle una forma más redondeada y estética se limaron los bordes con una herramienta multiusos tipo Dremel y una lima de meta



Figuras 13 y 14. Limando los huesos.

Para los pequeños retoques se usó una lija de papel.



Figura 15. Lijando el hueso.

El resultado de todo este proceso fueron cuatro piezas de hueso de 5 centímetros cada una.



Figura 16. Los cuatro colgantes.

Preparación de los orificios

Para realizar las perforaciones se usaron dos métodos, uno mediante abrasión y rotación con una punta lítica normal y otro mediante una punta lítica enmangada con una cuerda a una caña. En ambos casos se consiguió el agujero mediante continuos movimientos circulares. Los materiales me fueron proporcionados ya preparados para su uso por el profesor.

Los dos primeros colgantes (1 y 2) se trabajaron mediante la punta lítica enmangada. Este método requiere de dos personas, una para sujetar la pieza y la otra para hacer girar la caña. La abrasión del hueso se produce de forma rápida y uniforme y no hay que emplear mucha energía para lograr hacer un agujero. La perforación completa se logró a los 4 minutos.

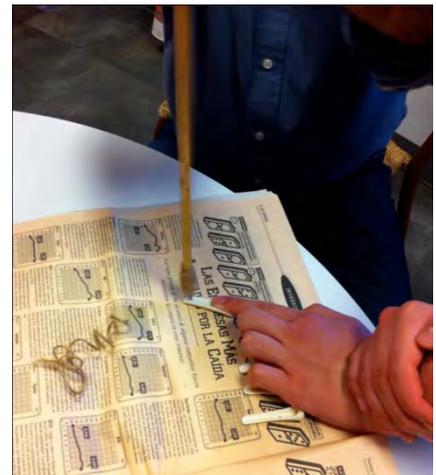


Figura 17. Haciendo un orificio con una punta enmangada.

Los otros dos colgantes (3 y 4) se trabajaron con una punta lítica sin empuñadura. Como el hueso aún conservaba cierta frescura no fue excesivamente complicado lograr la perforación y ninguna de las dos piezas sufrió fracturas. La perforación se produjo por ambos lados hasta lograr un orificio de tipo bicónico. Este proceso es más cansado que el anterior pues requiere la aplicación de bastante fuerza y el agujero resultante es menos uniforme. El tiempo que se tardó en hacer estas perforaciones fue de 7 minutos.



Figura 18. Haciendo el orificio con una punta sin empuñadura.

Para que no se mezclaran unas piezas con otras las numeré con un rotulador del 1 al 4, especificando si el orificio se había hecho a mano (M) o con empuñadura (EN).



Figura 19.. Los cuatro colgantes. De izquierda a derecha: Pieza N°1, Pieza N°2, Pieza N°3 y Pieza N°4.

Preparación de los cordeles

El método de suspensión elegido fue el cordel de estopa. Para hacerlo primero se procedió a transformar la fibra vegetal en hilos, seleccionando dos para cada cordel. La técnica utilizada fue la cuerda enrollada o retorcida, que desde un punto de vista histórico es la forma más común de cuerda. Consiste en enrollar dos o más fibras para aumentar la fortaleza y resistencia de la cuerda. La longitud de cada uno de los cuatro cordeles resultantes fue de unos 90 cm.



Figura 20. Fabricando los cordeles Figura 21. Detalle de un cordel.



Figura 22. Cordel

Primera observación de los orificios en el laboratorio

Antes de poner los colgantes en los cordeles realicé unas fotografías previas de los orificios en el laboratorio docente del Departamento de Arqueología de la Universidad Autónoma de Madrid. Estas fotografías tenían el objetivo de ver al detalle las huellas dejadas durante la perforación de los agujeros. Para ello se usó una lupa binocular con luz externa a la que se había incorporado una cámara digital compacta. Las imágenes se recogían en el ordenador mediante un programa especial. Las fotografías de las piezas se realizaron con un aumento de 6.4 x. Estos aumentos permitieron tener una visión clara del interior de cada orificio antes de la realización de la experiencia.

Más tarde estas fotografías se compararían con las realizadas sobre los colgantes ya usados.

Los resultados de esta prueba fueron:

Pieza Nº1. Orificio hecho con punta enmangada.	Las incisiones son regulares aunque a lo largo del contorno exterior se presentan aristas. Las líneas del interior son algo oblicuas y se juntan unas con otras. La forma del orificio es casi circular, un poco irregular en la parte superior.
Pieza Nº 2. Orificio hecho con punta enmangada.	Orificio muy limpio, sin apenas imperfecciones y restos de trabajo. Las líneas son casi paralelas. La forma tampoco llega a ser perfectamente circular pues presenta irregularidades a los lados.
Pieza Nº3. Orificio hecho con punta sin enmangar.	Orificio muy irregular, posiblemente por ser el que primero se realizó de todos. El interior presenta muchas imperfecciones y no forma líneas como los anteriores. La forma es de un óvalo muy imperfecto.
Pieza Nº4. Orificio hecho con punta sin enmangar	Algo menos irregular que el anterior pero aún así no tan limpio y claro como los hechos con enmangue. Tampoco se ha conseguido una forma circular perfecta.

A continuación se muestra algunas de las fotografías en las que se aprecian mejor los resultados descritos arriba:

Pieza N°1. Orificio hecho con punta enmangada.

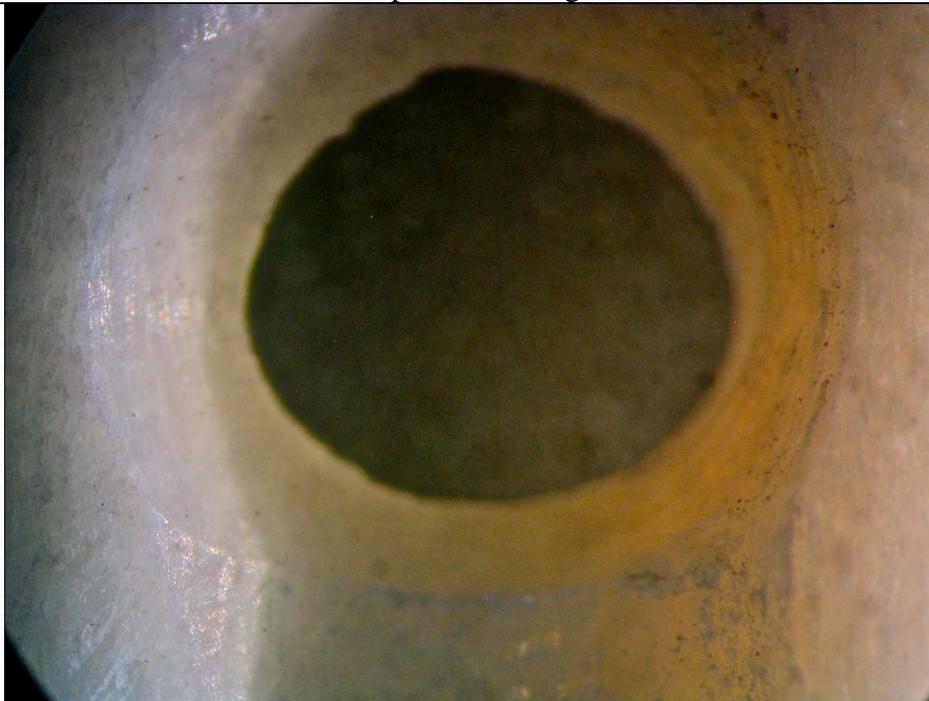


Figura 23. Reverso del orificio del colgante.



Figura 24. Anverso del orificio del colgante

Pieza N° 2. Orificio hecho con punta enmangada.

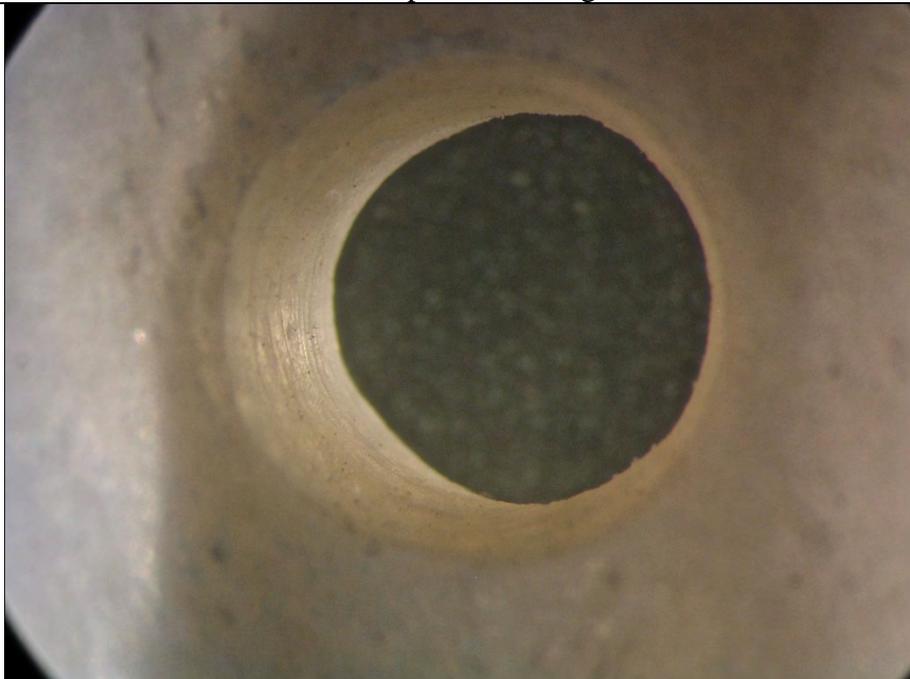


Figura 25. Reverso del orificio del colgante

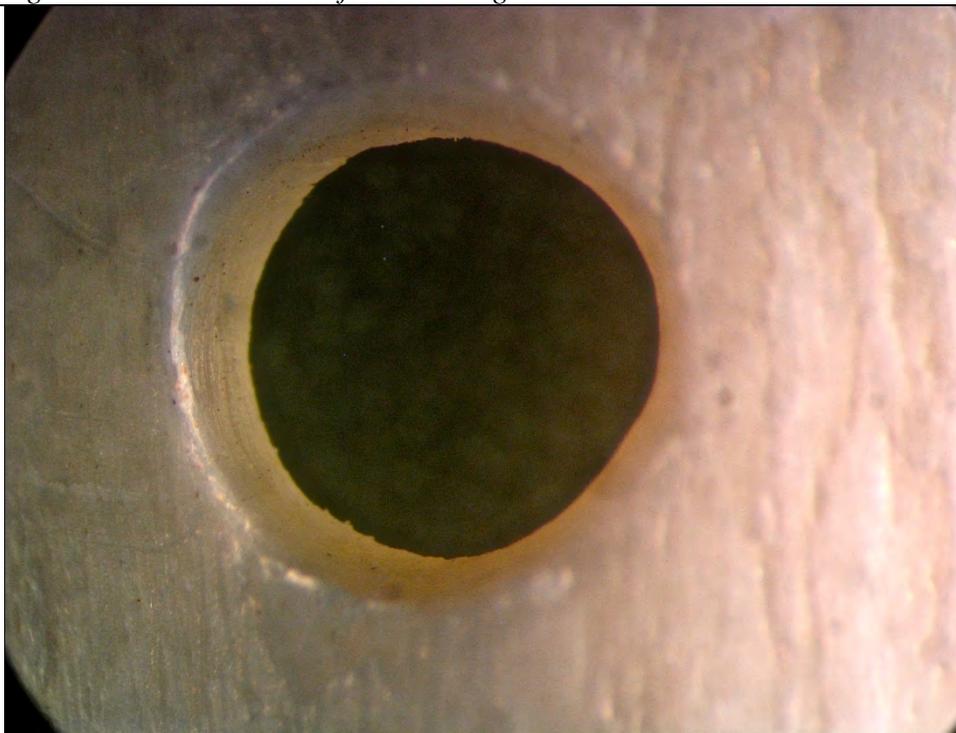


Figura 26. Anverso del orificio del colgante

Pieza N°3. Orificio hecho con punta sin enmangar.



Figura 27. Reverso del orificio del colgante



Figura 28. Anverso del orificio del colgante

Pieza N°4 Orificio hecho con punta sin enmangar



Figura 29. Reverso del orificio del colgante

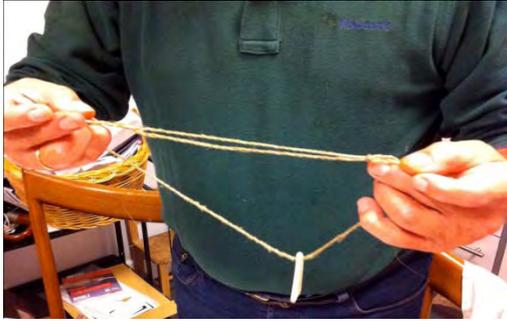


Figura 30. Anverso del orificio del colgante

Puesta en uso de los colgantes

Una vez realizadas las fotografías con la lupa binocular ya fue posible ensartar los colgantes en los cordeles para su suspensión. Para cerrar el cordel se usaron dos nudos corredizos.

No se usó ningún nudo para delimitar el campo de movimiento de la pieza pues un mayor



movimiento de los objetos de adorno en suspensión da como resultado la creación de huellas de uso más rápidamente. Además la cuerda y el orificio tenían un diámetro similar por lo que todas las paredes del agujero estaban en contacto continuo con el cordel, produciendo más fricción. Aún así esto no impedía que el colgante se deslizase con facilidad. *Figura 31. Nudos corredizos.*

Después de esto los cuatro colgantes se repartieron entre cuatro voluntarios para que los llevaran al cuello durante 5 meses (del 1 de enero al 31 de mayo de 2012). En ese tiempo llevaron el colgante asiduamente, haciendo vida normal con él.

Conviene señalar que, a pesar del temor que albergaba sobre que el cordel no resistiese el paso del tiempo resultó que gracias al uso (y posiblemente a la grasa de la piel) la cuerda se fue fortaleciendo cada vez más, por lo que no ha sido necesario cambiarla en estos cinco meses.

Segunda observación de los orificios en el laboratorio

Después de ser llevados durante cinco meses volví al laboratorio para hacer las fotografías del después. Se usó el mismo procedimiento descrito arriba, con la lupa binocular y los mismos aumentos. En los cuatro huesos se observó como la superficie del orificio estaba más pulida. Este pulimento en la lupa binocular se torna brillante.

Pieza N°1. Orificio hecho con punta enmangada.	Se observa el pulimento en todo el contorno, apenas se notan las líneas de la fabricación del orificio. Las aristas que presentaba también han desaparecido.
Pieza N°2. Orificio hecho con punta enmangada.	Es el colgante que más cambios ha sufrido. Toda la superficie se ha estriado además de presentar también pulimento en todo el contorno.
Pieza N°3. Orificio hecho con punta sin enmangar.	No ha sufrido tantos cambios como el resto pues las incisiones e imperfecciones eran más profundas. Aun así también se aprecia el pulimento en el lado derecho.
Pieza N°4 Orificio hecho con punta sin enmangar.	Todas las imperfecciones producidas por la punta lítica al hacer el orificio han desaparecido por el mismo proceso de pulimento que en los anteriores colgantes. A pesar de esto las líneas producidas por la rotación siguen siendo evidentes.

Para observar mejor estos fenómenos pongo una selección con las fotografías más representativas:

Pieza N°1. Orificio hecho con punta enmangada.

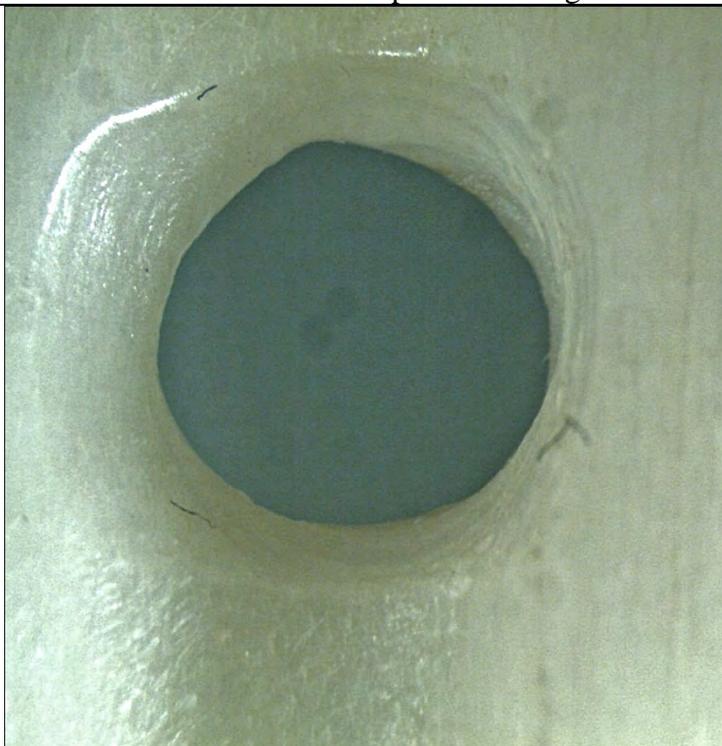


Figura 32. Reverso del orificio del colgante



Figura 33. Anverso del orificio del colgante

Pieza N°2. Orificio hecho con punta enmangada.

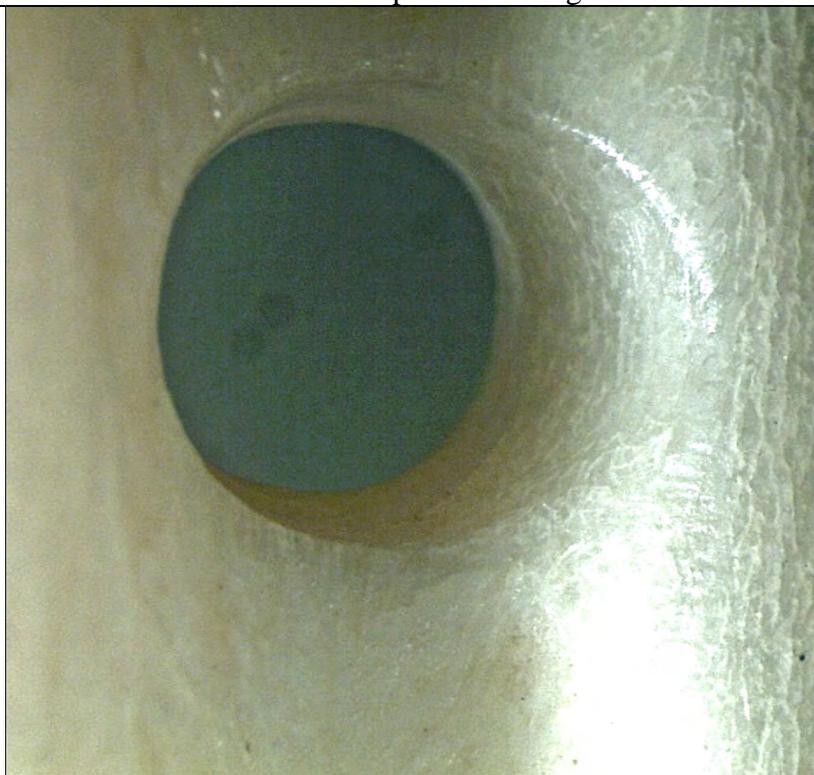


Figura 34. Reverso del orificio del colgante

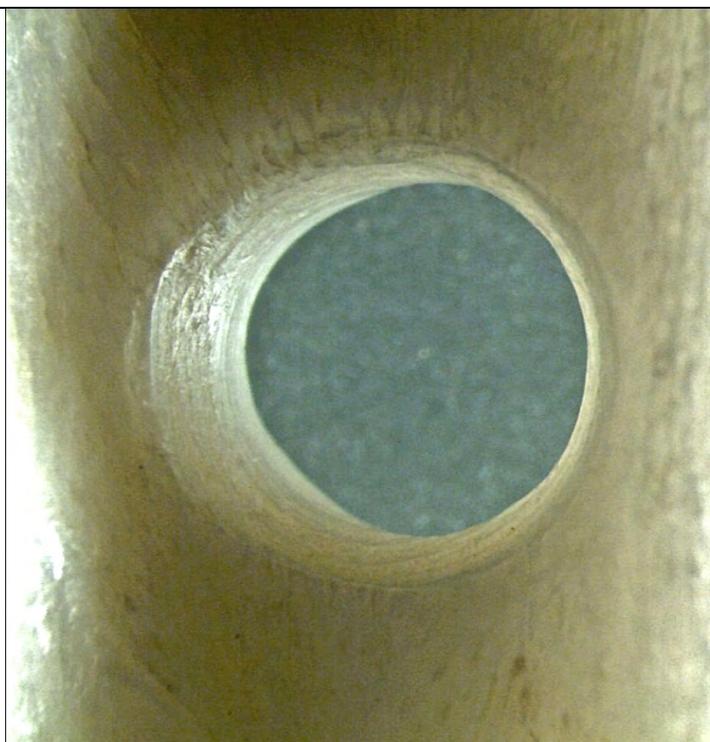


Figura 35. Anverso del orificio del colgante

Pieza N°3. Orificio hecho con punta sin enmangar.



Figura 36. Reverso del orificio del colgante

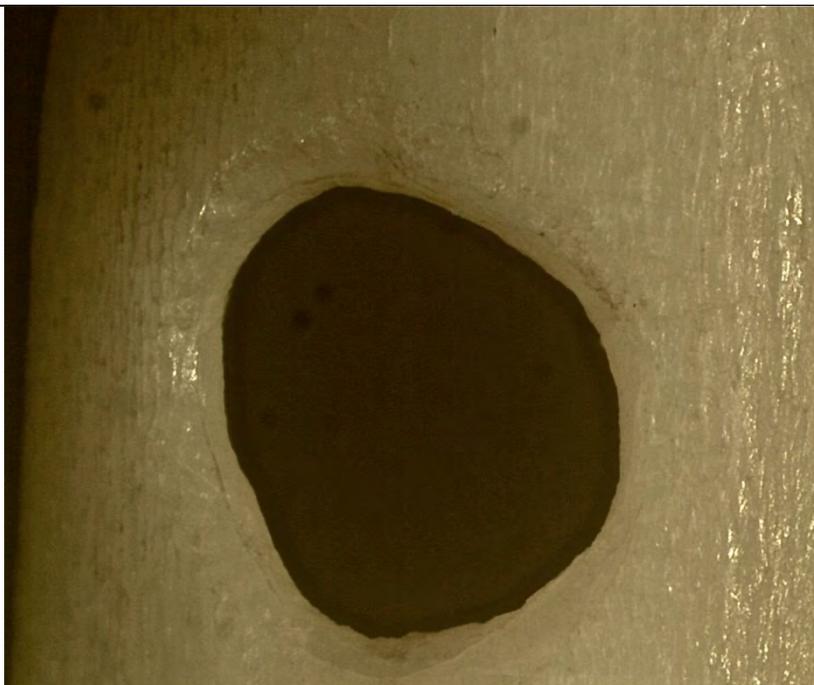


Figura 37. Anverso del orificio del colgante

Pieza N°4 Orificio hecho con punta sin enmangar



Figura 38. Reverso del orificio del colgante

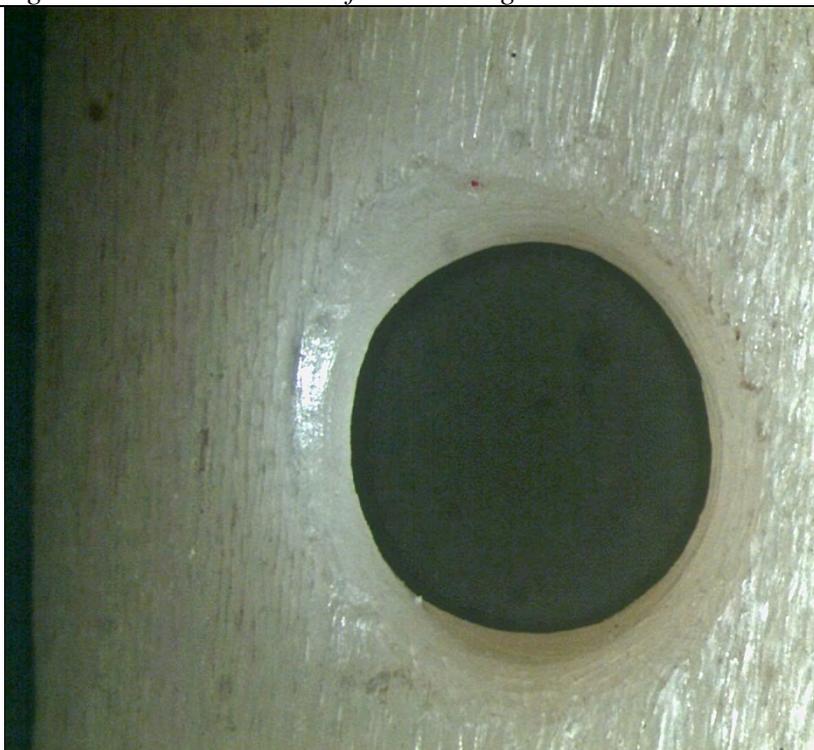


Figura 39. Anverso del orificio del colgante

CONCLUSIÓN

En conclusión se puede decir que el llevar los colgantes al cuello durante cierto tiempo no produce huellas de uso sino que elimina mediante el pulimento las huellas producidas al realizarse los orificios.

Después de realizar esta experimentación y ver los resultados me he dado cuenta también que, de haber tenido más tiempo, habría sido interesante experimentar con el tiempo de suspensión de los colgantes, para poder determinar en qué momento empiezan las huellas a borrarse.

Para conocer más sobre el tema están, en la línea de esta investigación, trabajos como la tesis de Esteban Álvarez-Fernández, *Los objetos de adorno-colgantes del Paleolítico superior y del Mesolítico en la Cornisa Cantábrica y en el Valle del Ebro: una visión europea* en la que se llegó también a la misma conclusión que en este proyecto, que los contornos de las perforaciones de las piezas suspendidas aparecen en mayor o menor grado pulidos por uso. En su trabajo mediante la experimentación con varios soportes para hacer colgantes (moluscos, dientes, huesos, astas y materia mineral) comprobó como las huellas de los orificios pasaban de una simpleregularización del contorno, a una ampliación del mismo o de una parte y que cuanto más tiempo permanecía colgado el colgante más difícil era reconocer el proceso de fabricación de la perforación, ya que el uso pulía estas huellas, llegando incluso a eliminarlas.

Los estudios sobre colgantes auténticos del Magdaleniense también apuntan a las conclusiones llegadas aquí. En el trabajo de *Un colgante decorado Magdaleniense del yacimiento de Santa Catalina (Lekeitio, Bizkaia)* de Eduardo Berganza y Rosa Ruiz Idarraga se concluyó que el orificio presentaba unas zonas desgastadas y pulidas localizadas en el mismo extremo de ambas caras donde se encontraría la mayor fricción con el cordel, siendo éstas huellas de suspensión.

Por tanto todas las experimentaciones y estudios sobre el tema llegan al mismo punto, el desgaste producido por la fricción del cordel (sea del material que sea) pule las huellas de uso hasta hacerlas desaparecer paulatinamente.

BIBLIOGRAFÍA

ÁLVAREZ FERNÁNDEZ, E., (2006): *Los objetos de adorno-colgantes del Paleolítico Superior y del Mesolítico en la Cornisa Cantábrica y en el Valle del Ebro: una visión europea*. Ediciones Salamanca.

ÁLVAREZ-FERNÁNDEZ, E. (2009): *Magdalenian Personal Ornaments on the Move: a Review of the Current Evidence in Central Europe*. *Zephyrus*, LXIII (1): 45-59.

BERGANZA, E. RUIZ IDARRAGA, R. (2002): *Un colgante decorado magdaleniense del yacimiento de Santa Catalina (Lekeitio, Bizkaia)*. *Munibe* 54, pp. 67-77.

PÉREZ ROLDÁN, G. (2005): *El estudio de la industria del hueso trabajado: Xalla, un caso teotihuacan*. Escuela Nacional de Antropología e Historia, México.

Recursos web: <http://bertan.gipuzkoakultura.net/es/22/caste/7.php>

EXPERIENCIA DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE MARCAS DE PISADAS EN MATERIAL ÓSEO SEGÚN EL TIPO DE SEDIMENTO Y LA PROFUNDIDAD.

Miriam Saqqa Carazo

INTRODUCCIÓN

Esta experiencia se enmarca dentro del ámbito del estudio tafonómico de los huesos. La importancia de estos estudios radica en su utilidad a la hora de conocer y distinguir los procesos sufridos por los materiales óseos hasta su hallazgo. Son una de las maneras de acercarse más y de forma más concreta a los ambientes humanos con los que se relacionaban. Dentro de estos procesos sufridos por el material óseo esta experiencia se centra en un proceso físico concreto que da lugar a las marcas de pisadas.

Las marcas que aparecen en los restos óseos, y que se han relacionado con el proceso físico del pisoteo, han sido objeto de estudio desde los años 80. El estudio de estas marcas se ha visto relacionado con el interés de conocerlas mejor y de esta manera poder diferenciarlas de otras marcas, como son las marcas producidas por la descarnación, corte o por material lítico en general. P. Andrews y J. Cook en 1985 fueron los primeros en señalar la similitud que existía entre ambas marcas, aunque también expresaron que existían diferencias entre ambas. De esta manera durante los años 80 y 90 del siglo XX, varios estudios se han centrado en determinar si con únicamente un estudio microscópico, y no con la necesidad de utilizar tecnología como el Microscopio Electrónico de Barrido (MEB), es posible identificar y diferenciar cualquier otra marca de las marcas de pisadas.

En torno a esta idea se enfocan los intereses de esta experiencia. Una experiencia que desde un punto de vista humilde pretendía reproducir, observar las circunstancias y aspectos que rodean al proceso de la obtención de marcas de pisadas (tramplingmarks) en restos óseos; restos enterrados bajo diferentes tipos de sedimentos; sumando diversas variables, que tenían como fin arrojar más luz sobre dicha experiencia. De igual manera se pretendía observar si con mecanismos microscópicos, menos complejos que el MEB, se podían obtener unos resultados que fueran útiles para este campo de estudio.

PLANTEAMIENTO INICIAL DE LA EXPERIENCIA

Antes de iniciar la experiencia en sí, se realizó un estudio y valoración de los objetivos que se querían alcanzar y de la metodología que se llevaría a cabo para lograrlos.

En un primer momento se tomaron contacto con proyectos de carácter similar, realizados con anterioridad, destacando el trabajo realizado por Arantxa Daza⁷. Dichos trabajos arrojaron luz sobre cuáles podrían ser las dificultades y obstáculos a los que podría tener

⁷ Arantxa Daza, *Una aproximación al estudio de las marcas de pisoteo (trampling) sobre restos faunísticos*, Boletín de Arqueología Experimental, N°8 2008/2010, ISSN: 1138-9353.

que enfrentarme a la hora de realizar una experiencia de este tipo y cuáles podrían ser las perspectivas de obtener resultados.

Tras este análisis previo, se decidieron los objetivos y variables a tener en cuenta en nuestra experiencia. Desde un primer momento se dejaron claras las variables sobre las que iba a desarrollarse la experiencia, dichas variables era: tipo de sedimentos; profundidad a la que situarían las piezas óseas dentro de esos sedimentos; material óseo utilizado y estado del mismo. A continuación se presenta una tabla donde aparecen todas las variables que han intervenido en la experiencia:

Tipo de sedimentos:	Arenoso, Limosos y Arcilloso.
Profundidades:	5 cm, 10 cm y 15 cm.
Material óseo elegido:	2 metacarpos
Parte anatómica:	Hueso largo que presenta metáfisis y diáfisis.
Estado del material:	Hueso semi-seco
Tipo de pisoteo:	5 minutos por sedimento y profundidad.

Tabla 1.

Los sedimentos fueron elegidos por el tamaño que presentaban sus granos, siendo el de mayor tamaño el sedimento arenoso, seguido por el limoso y por último el arcilloso. Con la elección de estos tres sedimentos se pretendía ampliar el campo representativo y poder acercarse más a diferentes contextos geológicos. Los sedimentos fueron recogidos de diferentes lugares de la Península Ibérica. El sedimento arenoso fue adquirido de Centenera de Andaluz, municipio de la provincia de Soria, situado en la comunidad Autónoma de Castilla y León; el sedimento arcilloso se obtuvo del municipio de Torrelaguna, localizado en la zona nororiental de la Comunidad de Madrid; y por último el sedimento limoso fue recogido en el municipio de Torremocha de Jarama localizado en la zona norte de la Comunidad de Madrid. Estas elecciones responden a razones de facilidad de acceso y obtención.



Figura.1. Sedimento arenoso, sedimento limoso, sedimento arcilloso.

Como resultado de ese recorrido previo por proyectos de carácter similar, se decidió dar importancia a la variable de la profundidad, eligiendo unos parámetros no muy elevados, con profundidades que pudieran facilitar la aparición de marcas o de huellas físicas de la acción del pisoteo. De esta manera se llevó a cabo la experiencia en tres profundidades, de 5, 10 y 15 cm, desde la superficie.

En cuanto al material óseo, se decidió, tras una experiencia inicial con hueso fresco, la utilización de hueso limpio en condiciones semi-secas, porque agilizaba y facilitaba la posibilidad de obtención de datos.

El objetivo final del proyecto era conseguir realizar un estudio que permitiera comprender mejor los procesos que sufre el material óseo relacionado con las transformaciones por las marcas de pisadas. A continuación se expondrán las dos fases que conformaron la experimentación, donde serán detallados todos los pasos que se llevaron a cabo.

Primera fase de la experiencia

En un primer momento se tomaron decisiones que luego fueron modificadas, debido a que suponían problemas para la correcta realización de la experimentación. Una de estas decisiones iniciales fue el usar material óseo fresco para la realización de la experiencia.

Tras una nueva valoración de la situación, el material óseo fresco fue sustituido por material óseo de carácter semi-seco, el cual presentaba un grado de limpieza más acorde con las necesidades que la experiencia demandaba, ya que no era necesario realizar una limpieza previa. La superficie de las piezas presentaba unas condiciones idóneas para poder observar con facilidad las posibles marcas o cambios que se produjeran. Este material óseo fue suministrado por el laboratorio de Arqueología Experimental de la Universidad Autónoma de Madrid (UAM). Consistía en dos pizas anatómicas que correspondían a dos Metacarpos de vacuno joven. Dos huesos largos en los cuales se conservaban las metafisis y la diáfisis; las epífisis se habían eliminado antes de ser usados para la experiencia. El contar con dos partes anatómicas de un mismo hueso podía suponer una variable más de interés a la hora de ver su comportamiento ante el pisoteo; suponiendo inicialmente que la diáfisis del hueso podría ser más propensa a una obtención más clara de marcas de pisadas.



Figura 2. Metacarpos de un vacuno joven. Material óseo utilizado en la experiencia. Vista dorsal y vista palmar de la pieza.

Dentro de esta experiencia, se ha pretendido emular o simular procedimientos de actuación que podrían haber llevado a cabo los grupos humanos en la prehistoria; o por lo menos lograr prescindir de la mayor cantidad posible de metodología o tecnología moderna. Atendiendo a este deseo, el siguiente paso a afrontar fue la necesidad de fracturar los huesos para poder lograr fragmentos de dimensiones similares; los cuales serían las verdaderas muestras a estudiar. Para realizar esa fracturación ósea, se decidió llevar a cabo una técnica de percusión lanzada. El uso, de dicha técnica, es conocido en época del Paleolítico Antiguo⁸; utilizada en relación con la talla lítica. En este caso se emuló esa técnica extrapolandola a la experiencia y por lo tanto a la fracturación del material óseo.

Para llevar a cabo esta técnica se utilizaron dos piedras de gran tamaño; una piedra caliza usada como yunque durmiente, el cual se encontraba anclado al suelo y, era por lo tanto, una superficie fija y de gran dureza; el otro elemento que intervino como pieza lanzada

⁸ Baena Preysler, Javier. *Tecnología lítica experimental introducción a la talla de utillaje prehistórico*, Archaeopress. 1998.

sobre el yunque, fue un núcleo de sílex. Con este proceso se pretendía imitar una de las posibles técnicas usadas en la prehistoria para fracturar los huesos y posiblemente obtener la medula ósea (tuétano).



Figura 3. Yunque y Percutor.

Esta acción provocó la ruptura del material óseo en varios fragmentos. Fragmentos que poseían tamaños similares. De los fragmentos obtenidos fueron seleccionadas 14 piezas, 7 piezas de cada metacarpo. Se seleccionaron piezas que presentaban distintas partes anatómicas del hueso; algunas con diáfisis y metáfisis y otras sólo formaban parte de la diáfisis. Las piezas fueron numeradas en dos tandas, las pertenecientes al metacarpo 1 adquirieron una nomenclatura que fue del 1.1 al 1.7, las piezas pertenecientes al metacarpo 2 adquirieron una nomenclatura que fue del 2.1 al 2.7. Esta numeración fue grabada con un bolígrafo indeleble en cada una de las piezas, para su mejor estudio y reconocimiento. La medida de las piezas seleccionadas iba de 4cm la pieza de menor tamaño a 8.5cm la de mayor tamaño.



Figura 4. Piezas obtenidas de la fracturación del metacarpo 1 y del metacarpo 2.

Una vez que se obtuvieron las piezas óseas, tras la fracturación previa, se llevó a cabo la realización de un registro fotográfico individual de cada pieza usando una cámara digital compacta. Obteniendo un registro sistemático de las piezas. Este registro de carácter general no mostraba, de manera precisa, las características particulares de cada pieza. Por lo que era necesario realizar fotografías en detalle para obtener un registro de las particularidades físicas previas de cada pieza antes de que fueran sometidas al pisoteo, y de esta manera poder comparar estas fotografías previas con las fotografías de las piezas tras haber realizado la experiencia.

Estas fotografías en detalle de cada pieza se realizaron en el laboratorio docente del Departamento de Arqueología de la UAM. Para obtener imágenes al detalle de la superficie de las piezas, tanto de la parte externa como de la parte interna, se usó un equipo trinocular con luz externa, que consistía en una lupa binocular a la que se le añadía otra lupa donde se ajustaba una cámara digital compacta, al mismo tiempo se utilizó un programa informático, llamado Zoombrowser, que recogía las imágenes en un ordenador. Las fotografías de las piezas se realizaron con un aumento de 6.4 x, ajustando a su vez la obturación con el programa informático antes mencionado. Este aumento proporciona una visión clara de las condiciones de cada pieza, y permitió registrar las marcas que presentaba cada pieza antes de la realización de la experiencia. Estas fotografías serían posteriormente comparadas con las piezas tras la fase de pisoteo, lo que nos aportaría los resultados de la experiencia.

Segunda fase de la experiencia

La segunda fase de la experiencia se inicia con la elección de la localización del espacio donde serían enterradas las diferentes muestras óseas y ser posteriormente sometidas a pisoteo. Finalmente se eligió un espacio localizado en el patio donde se desarrolla la asignatura Arqueología Experimental en la UAM. Una vez elegido el lugar, se procedió a cavar tres hoyos en el suelo del patio. A esos tres hoyos se les dio unas medidas en relación a unas cajas de plástico que iban a introducirse en ellos. Estas cajas de plástico, con unas medidas de 39 cm x 30cm, serían las encargadas de contener los tres tipos de sedimentos.

Se decidió el uso de estas cajas de plástico para evitar la contaminación o mezcla de los sedimentos seleccionados para la experiencia (arenoso, limoso y arcilloso) con los sedimentos que forman el suelo del patio donde se llevó a cabo la experiencia; otra razón para utilizar estas cajas, fue poder contener los sedimentos y de esta manera lograr tener un mejor control de las profundidades, variable de gran importancia en esta experiencia. Las cajas fueron enterradas en la arena por completo, dejando su parte superior al nivel del suelo. Al enterrar las cajas se logró que el terreno diera más estabilidad y seguridad al proceso.



Figura 5. La fase de excavación y posterior colocación de las cajas.

Una vez que se tuvieron las tres cajas situadas en las tres zanjas se inició el proceso de enterramiento de las muestras óseas. Previamente se había asignado a cada pieza, de las 14 obtenidas tras la fracturación de los metacarpos, un sedimento concreto y una profundidad concreta y de esta manera poder controlar las variables y como afectaban dichas variables a las piezas. La asignación de sedimento y profundidad a las piezas se hizo por azar, siendo los resultados los siguientes:

Sedimento arcilloso a 15 cm de profundidad.	Piezas: 1.3.
Sedimento arcilloso a 10 cm de profundidad.	Piezas: 1.4 y 1.1.
Sedimento arcilloso a 5 cm de profundidad.	Piezas: 2.4 y 1.6.

Sedimento limoso a 15 cm de profundidad.	Pieza: 2.1.
Sedimento limoso a 10 cm de profundidad.	Piezas: 2.2 y 2.3.
Sedimento limoso a 5 cm de profundidad.	Pieza: 2.7.

Sedimento arenoso a 15 cm de profundidad.	Pieza: 1.5.
Sedimento arenoso a 10 cm de profundidad.	Pieza: 1.2 y 1.7.
Sedimento arenoso a 5 cm de profundidad.	Piezas: 2.5 y 2.6.

Una vez que las piezas se habían designado se inició el proceso de pisoteo.

La fase de pisoteo

El proceso se llevó a cabo de una manera sistemática. Se comenzó relleno de las cajas hasta una profundidad de 15 cm desde la superficie, a esos 15 cm se colocó la pieza ósea que correspondiera a cada sedimento y a esa profundidad, tras su colocación se relleno las cajas por completo con el resto del sedimento y se inició en cada caja el proceso físico del pisoteo, realizado por un compañero de la asignatura de Arqueología Experimental. El pisoteo tuvo una duración de 5 minutos, para cada sedimento y profundidad, y fue constante durante todo el proceso.

Una vez que se había terminado el tiempo de pisoteo en los sedimentos en la fase de los 15 cm, se retiró el sedimento hasta llegar a una profundidad de 10 cm desde la superficie. A esa profundidad se colocó el material óseo correspondiente y se llevó a cabo el mismo proceso mencionado para los 15 cm. Y terminado el proceso a los 10 cm se inició con el proceso a los 5 cm de profundidad.



Figura 6. Sedimento arenoso en la fase de pisoteo, sedimento arcilloso en la fase de pisoteo y sedimento arcilloso en la fase de pisoteo.

Tras finalizar la fase de pisoteo se desenterraron cuidadosamente las piezas óseas y se guardaron en bolsas de plástico a la espera de ser fotografiadas. Una vez que contábamos con las piezas óseas tras haber sido sometidas al pisoteo, se llevó a cabo la realización de las fotografías en detalle de cada pieza. Se realizaron tres sesiones de fotografías. La primera y la tercera sesión tuvo lugar, al igual que ocurrió con las piezas antes del pisoteo, en el laboratorio docente del Departamento de Arqueología de la Universidad Autónoma de Madrid. En esta sesión fotográfica, se usó, nuevamente, una lupa trilocular con luz externa y cámara digital compacta. Las fotografías de las piezas se realizaron, al igual que sucedió en la primera sesión fotográfica, con un aumento de 6.4 x. La segunda sesión fotográfica se realizó en El Servicio de Conservación, Restauración y Estudios Científicos del Patrimonio Arqueológico (SECYR) de la UAM. Se usó un equipo similar al usado en el laboratorio docente del Departamento de Arqueología; una lupa trinocular con luz externa, a la cual se ajustaba una cámara digital compacta, de la misma forma que en la primera sesión fotográfica, pero en este caso se modificó el aumento para tener una visión más precisa de zonas más localizadas de las piezas, por lo que se usó un aumento de 6.5 x.

Una vez que contábamos con las tres sesiones de fotografías de las piezas tras la fase de pisoteo, se procedió a la comparación exhaustiva de las piezas, mediante las fotografías realizadas, antes y después. De este análisis se sacaron las siguientes conclusiones:

Sedimento arcilloso a una profundidad de 5 cm. Piezas 2.4 y 1.6:**Pieza 2.4:**

- Desprendimiento localizado de pequeño tamaño en zona cercana al vértice (zonas de carácter más frágil).
- Se mantienen las marcas que aparecían en la superficie ósea antes de realizar el pisoteo.
- Parte interna de la pieza: No se aprecian marcas nuevas.

Pieza 1.6:

- Se mantiene algunas marcas y otras disminuyen en la superficie ósea.
- Parte interna de la pieza: Desprendimiento de las zonas más dañadas. Se desprende parte de la lámina ósea interna.

Sedimento arcilloso a una profundidad de 10 cm. Piezas 1.4 y 1.1:**Pieza 1.4:**

Se observa con claridad que ciertas marcas superficiales previas que se apreciaban en la pieza ósea antes de realizar la experiencia se acentúan.

Parte interna de la pieza: Aparece una nueva marca superficial de pequeño tamaño cerca de un vértice de la pieza.

Pieza 1.1:

- Desaparición de marcas superficiales previas a la segunda fase de la experiencia.
- Otras marcas superficiales se mantienen tras la experiencia, e incluso se ven más acentuadas
- Parte interna de la pieza: no aparece ningún cambio relevante.

Sedimento arcilloso a una profundidad de 15 cm. Pieza 1.3:**Pieza 1.3:**

- Desaparición de marcas superficiales previas a la segunda fase de la experiencia.
- Parte interna de la pieza: Desaparición de parte del material esponjoso interno de la pieza.

Sedimento limoso a una profundidad de 5 cm. Pieza 2.7:**Pieza 2.7:**

- Se mantienen marcas superficiales previas.
- Parte interna de la pieza: Desaparición de marcas superficiales previas a la segunda fase de la experiencia, eliminación de una leve capa superficial.

Sedimento limoso a una profundidad de 10 cm. Piezas 2.2 y 2.3:**Pieza 2.2:**

- Desprendimiento de una parte de la corteza superficial de la pieza.
- Parte interna de la pieza: Desaparición de marcas superficiales previas a la segunda fase de la experiencia y eliminación de una leve capa superficial.

Pieza 2.3:

- Aumento de algunas marcas anteriores, localizadas en uno de los vértices.
- Parte interna de la pieza: Desaparición de parte del material esponjoso interno de la pieza. Aumento de una grieta interna de la pieza, que atraviesa la pieza verticalmente.

Sedimento limoso a una profundidad de 15 cm. Pieza 2.1:**Pieza 2.1:**

- Se mantienen marcas que aparecían previamente.
- Parte interna de la pieza: No aparece ningún cambio relevante.

Sedimento arenoso a una profundidad de 5 cm. Piezas 2.5 y 2.6:**Pieza 2.5:**

- Los vértices de la pieza pierden angulosidad y tienden a una forma redondeada.
- Se mantiene las marcas que aparecían en la superficie ósea antes de realizar el pisoteo.
- No aparecen marcas nuevas.
- Levantamiento de una parte de la corteza superficial de la pieza.
- Parte interna de la pieza: Se desprende parte de la lámina ósea interna.

Pieza 2.6:

- Se mantienen marcas que aparecían previamente.
- Los vértices de la pieza pierden angulosidad y tienden a una forma redondeada.
- Reducción de las marcas que aparecían en la superficie ósea antes de realizar el pisoteo.
- Parte interna de la pieza: Se desprende parte de la lámina ósea interna. Aparece una nueva marca en la parte interna, esta marca no presenta una direccionalidad recta sino oblicua, típico de marcas producidas por pisada.

Sedimento arenoso a una profundidad de 10 cm. Piezas 1.2 y 1.7:**Pieza 1.2:**

- Desaparición de marcas superficiales previas a la segunda fase de la experiencia.
- Parte interna de la pieza: Se mantienen marcas que aparecían previamente, pero aparecen con menor intensidad.

Pieza 1.7:

- No se aprecian cambios relevantes en la superficie de la pieza.
- Los vértices de la pieza pierden angulosidad y tienden a una forma redondeada.
- Parte interna de la pieza: no muestra ningún cambio relevante.

Sedimento arenoso a una profundidad de 15 cm. Pieza 1.5:**Pieza 1.5:**

- Desaparición de marcas superficiales previas a la segunda fase de la experiencia, dichas marcas eran visibles a simple vista.
- Parte interna de la pieza: desaparición de marcas previas.

Una vez expuestas todas las fases, procedimiento y metodología utilizados en esta experiencia el siguiente paso es exponer las conclusiones obtenidas de la experiencia.

CONCLUSIONES

El estudio de las piezas dio como resultado interesantes conclusiones. En un principio, en el momento inicial de la experiencia, cuando se barajaron los posibles resultados que podrían obtenerse, se valoró la posibilidad de que pudieran aparecer claras marcas del proceso de pisoteo sobre el material óseo. Marcas que fueran claramente identificables, como se indica en la numerosa bibliografía sobre este ámbito de estudio, al igual que se constata en trabajos de carácter similar como puede ser el artículo de M. Domínguez-Rodrigo, S. de Juana, A.B. Galán, M. Rodríguez, *A new protocol to differentiate trampling marks from butchery cut marks*; pero los resultados físicos que presentaba el material óseo de esta experiencia requería un estudio y análisis más exhaustivo.

Tras el estudio detallado de las piezas, y realizar una comparación al detalle entre las fotografías que mostraban la situación previa y las fotografías que mostraban la situación posterior, caben destacar los siguientes resultados:

Resultados obtenidos

En primer lugar cabría comentar el hecho de que varias muestras óseas conservan las mismas marcas antes de la fase de pisoteo que después de la misma; las mismas marcas con un leve deterioro o disminución de las mismas; este hecho se puede observar en **piezas como la 2.5**:



Figuras 7 y 8 .Marcas superficiales que aparecían en la pieza 2.5 antes de realizar la experiencia y marcas superficiales de la pieza 2.5 tras realizar la experiencia.

Otro aspecto destacado es la desaparición de marcas previas, lo que indica una abrasión de las capas superficiales durante la realización de la experiencia. Este hecho destacada en la **pieza 1.5 y el la pieza 1.3**:



Figura 9. Pieza 1.5 donde se aprecian las marcas que aparecían antes de realizar la experiencia (img. drch.) y Pieza 1.5 tras la realización de la experiencia donde se aprecia la desaparición de las marcas que había previamente (img. izq).

En la **pieza 1.3** se observa una reducción muy acentuada, casi una desaparición, de una serie de marcas que aparecían en la pieza antes de realizar la experiencia.



Figura 10 .Pieza previa a la experiencia (img. izq.) y pieza tras la experiencia (img. drch.)

Existe el caso opuesto, aparecen piezas en las que se observa con claridad que ciertas marcas superficiales previas se acentúan, esto ocurre en la **pieza 1.4**:



Figura 11. Pieza 1.4 antes de realizar la experiencia (img. izq.) y Pieza 1.4, tras la experiencia (img. dcha.).



Figura 12. Imágenes en detalle de las marcas visibles de la pieza 1.4.

También nos encontramos piezas donde se observa un proceso que se podría denominar como descamación que correspondería al levantamiento de capas superficiales del hueso. Este hecho se encuentra ejemplificado por la **pieza 2.2**:



Figura 13. Superficie de la pieza 2.2 previa a la experiencia (izq), y superficie de la pieza 2.2 posterior a la experiencia donde se aprecia la descamación (dcha).

Descamación o pérdida de cama superficial del hueso:



Figura 14. Zona localizada de la superficie de la pieza 2.2 donde se puede observar claramente el proceso de descamación.

Otro hecho destacado es la perdida de material esponjoso que aparece en la parte interna de las piezas. Este hecho se observa en **la pieza 1.5**:



Figura 15. Parte interna de la pieza 1.5 previa a la experiencia (izq.) y parte interna de la pieza 1.5 tras la realización de la experiencia (dcha.), se observa una disminución del tejido esponjoso.

Otras marcas ya existentes tras la experiencia aumentan sus dimensiones, como ocurre en la parte interna de la pieza 2.3. La pieza mostraba, en el proceso previo a la experiencia, una grieta que atravesaba la pieza verticalmente. Esta grieta tras la experiencia se acentúa.



Figura 16. Imagen de la zona de la Pieza 2.3 donde se aprecia la grieta antes de la experiencia (izq.) y después de la experiencia (dcha.).

Por último cabría destacar, que aunque en pocas ocasiones y en pequeñas dimensiones, sí que aparecen nuevas marcas. Marcas que se podrían relacionar con las típicas marcas producidas por pisadas, ya que muestran las características típicas que se describen en

estudios realizados sobre estos temas. Estas marcas se aprecian claramente en la **pieza 2.6 y 1.4:**

Pieza 2.6: se observa tras la experiencia en la pieza 2.6 la aparición de una marca en el hueso que antes no aparecía.



Figura 17. Parte interna de la pieza ósea 2.6 previa a la experiencia (izq.) y parte interna de la pieza ósea 2.6 tras realizar la experiencia, donde se observa la aparición de una marca transversal.

La pieza 1.4 es otro ejemplo de aparición de marcas en el material óseo tras la experiencia.

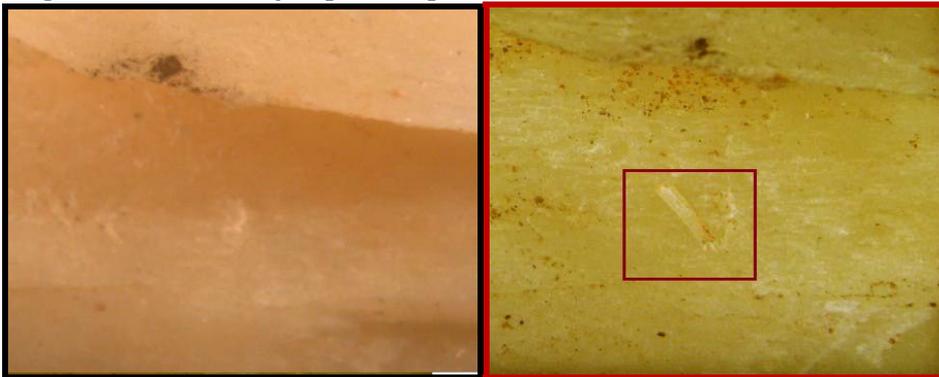


Figura 18. Fotografías previa y posterior de la parte interna de la pieza 1.4.

Tras haber obtenido y analizado los resultados expuestos anteriormente, habría que destacar diversos aspectos que están relacionados con las variables involucradas en la experiencia. Los resultados obtenidos, tras el estudio de las piezas, muestran una variación de la respuesta física, de las piezas, en relación con la profundidad y con el tipo de sedimento.

Uno de los objetivos, de esta experiencia, era ver la respuesta del material óseo al enfrentarse a las variables de profundidad y de tipo de sedimento. Los resultados han demostrado que, sobre todo, la variable de profundidad influye en gran medida en la obtención de una respuesta física de las piezas. Se llega a esta conclusión observando que las marcas más relevantes que aparecen en material óseo usado en la experiencia, se localizan en dos piezas (1.4 y 2.6) que fueron enterradas a una profundidad de 5 cm, bajo sedimento arcilloso y arenoso. Estas marcas, de todas las obtenidas en la experiencia, son las únicas que se podrían identificar como las que se consideran clásicas huellas producidas por exposición de material óseo al pisoteo y que describe la bibliografía.

En relación a la variable de profundidad se podría concluir que a menor profundidad mayor es el efecto sobre las piezas; ya que si observamos los resultados obtenidos a profundidades de 10 y 15 cm, las diferencias entre los resultados obtenidos de ambos no son destacables;

en ambas profundidades se aprecian resultados físicos similares; y de menor intensidad que a una profundidad de 5 cm.

En cuanto a la variable de tipo de sedimento, los resultados no han mostrado respuestas muy distintas entre arcilloso, limoso o arenoso. En los tres tipos de sedimentos las marcas que se obtienen son muy similares, las piezas óseas muestran los mismos resultados físicos en los tres y en similar grado de intensidad. Por lo que se podría llegar a deducir que la variable de tipo de sedimento, o que entre estos tres tipos de sedimentos, no suponen una variable que pueda producir en mayor o menor medida marcas en los huesos arqueológicos.

Estos son los resultados obtenidos tras someter el material óseo al proceso de pisoteo. Resultados que dan buena muestra del efecto que este proceso ha tenido sobre las piezas. Si comparamos los resultados obtenidos de esta experiencia con los obtenidos en trabajos como el de M. Domínguez-Rodrigo o John J. Shea and Joel D. Klenck⁹, los cuales tuvieron resultados más destacados o más acusados en las piezas, podríamos preguntarnos el porqué. En el caso de esta experiencia podría deberse a la intensidad y el tiempo de exposición de las piezas al pisoteo, que en los trabajos anteriormente citados era mayor. Pero tras exponer las piezas de esta experiencia a un tiempo de pisoteo no superior a 5 minutos, los resultados obtenidos son satisfactorios, ya que demuestran el efecto del pisoteo en los materiales óseo arqueológico, incluso en parámetros temporales de pocos minutos.

De esta manera la experiencia realizada demuestra los efectos del trampling en los restos óseo. Por lo que aun no habiendo obtenido marcas de gran relevancia si se ha demostrado que existe una respuesta física al pisoteo. Concluyendo que probablemente ha mayor tiempo de exposición de los restos óseos a un hábitat dinámico las marcas serían mucho más acusadas y siendo estas marcas más acusadas se podrían distinguir mejor de las marcas producidas por cortes, descarnado u otros procesos antropicos.

A nivel de esta experiencia no sería posible utilizar los resultados para una comparativa efectiva, pero lo que si demuestran los resultados de esta experiencia es que es posible llegar a obtener marcas que pudieran ser útiles para crear un patrón de respuesta física al proceso de pisoteo sobre material óseo arqueológico.

Para final mencionar que ha sido posible obtener resultados fiables a través de la utilización de mecanismo microscópicos binoculares, sin la necesidad de utilizar tecnología más compleja como es el MEB; esto hecho facilita el acceso a poder realizar estudios similares sin la necesidad de contar con material tecnológico que en ocasiones es de difícil acceso, además de que con los microscopios binoculares no se pierden las muestras, a diferencia de lo que sucede al usar el MEB.

⁹M. Domínguez-Rodrigo, S. de Juana, A.B. Galán, M. Rodríguez, *A new protocol to differentiate trampling marks from butchery cut marks*, Journal of Archaeological Science, 36 (2009) 2643–2654; y John J. Shea, Joel D. Klenck, *An Experimental Investigation of the Effects of Trampling on the Results of Lithic Microwear Analysis*, Journal of Archaeological Science, Volume 20. 1993.

PUNZONES DE HUESO: UNA OBSERVACIÓN TRACEOLÓGICA

Miguel Pedrero Naranjo.

PREMISAS INICIALES DE LA EXPERIENCIA

La experiencia tenía como objetivo la elaboración de punzones de hueso siguiendo las diferentes técnicas documentadas en este tipo de material arqueológico para, posteriormente, examinar las marcas dejadas en el instrumento con el fin de distinguirlas y atribuir las a los diferentes procesos de elaboración.

El punzón es un instrumento puntiagudo usado para hacer incisiones y perforaciones en diversas superficies. Puede ser utilizado para realizar perforaciones en cuero, decoración en cerámica, etc. Este instrumento puede realizarse en varios materiales como hueso, madera o en metal.

Para la elaboración de los punzones se utilizaron metapodios de cordero, previamente descarnados mediante cocción. Debido a la corta edad de los individuos todos los huesos tienen la epífisis sin soldar a la diáfisis. Antes de comenzar la experiencia, los metapodios se dejaron al aire libre durante varios días para someterlos a un secado natural. Como instrumentos para la elaboración de los punzones se utilizaron lascas de sílex y arenisca. La observación de las marcas traceológicas se ha realizado con una lente binocular.

LAS PIEZAS

Punzón de base articular y sección cóncavo-convexa¹⁰

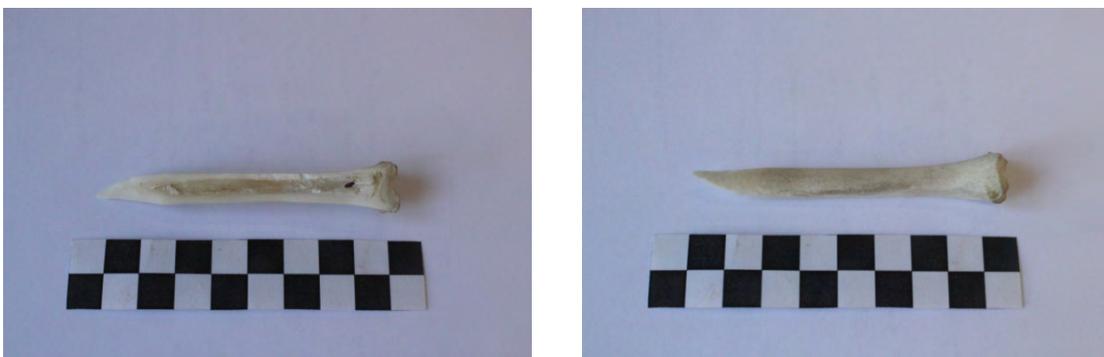


Figura 1. Punzón de base articular y sección cóncavo-convexa

¹⁰ RODANÉS VICENTE, 1987, 54.

Este tipo de punzón corresponde al tipo 20III del ensayo elaborado por H. Camps¹¹. Piezas similares a esta se han encontrado en la Cova de La Fou de Bor en Cerdanya Cataluña.

Proceso de elaboración: se secciona longitudinalmente el hueso, se introduce una lasca de sílex en la muesca y mediante percusión se fractura el hueso. Este proceso puede realizarse también únicamente por torsión. Por último, se pule la parte cóncava distal del punzón con una piedra de arenisca.

La pieza se ha realizado sobre un hueso con las siguientes medidas:

Longitud: 10 cm.

Grosor en la parte proximal: 2,1 cm.

Grosor en la parte medial: 1,2 cm.

Grosor en la parte distal: 2,6 cm.

Dando como resultado un punzón de unas medidas de:

Longitud: 8,6 cm.

Grosor en la parte proximal: 1,4 cm.

Grosor en la parte medial: 0,9 cm.

Grosor en la parte distal: 0,2 cm.

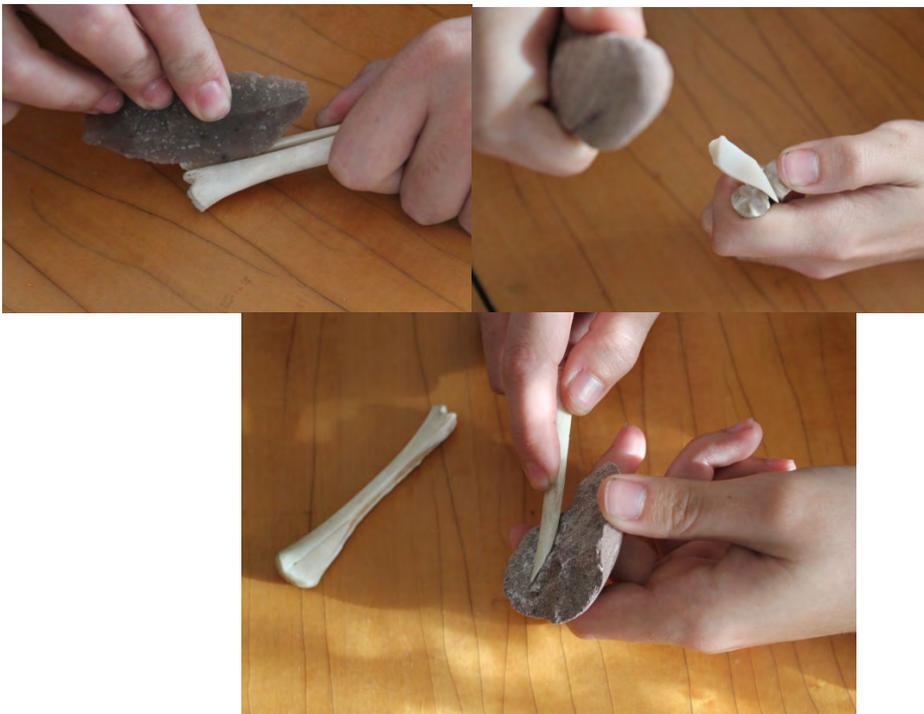


Figura. 2. Proceso de elaboración.

¹¹ CAMPS-FABRER, 1966, 187.

Marcas observadas: tras la observación a través del binocular se detectaron tres tipos de marcas localizadas en distintos puntos del punzón. En la zona proximal se pueden ver marcas de corte (Fig. 3), que son más fácilmente perceptibles desde un punto de vista cenital del útil. Esto, sin duda, se debe al acabado final del pulido que ha borrado las marcas de corte en la parte medial. En su lugar podemos ver marcas de abrasión (Fig. 4). En la parte proximal se pueden ver marcas de torsión (Fig. 5).



Figura. 3 Marcas de corte.



Figura. 4 Marcas de abrasión.



Figura. 5 Marcas de torsión

Punzón de base recta y sección poligonal.¹²

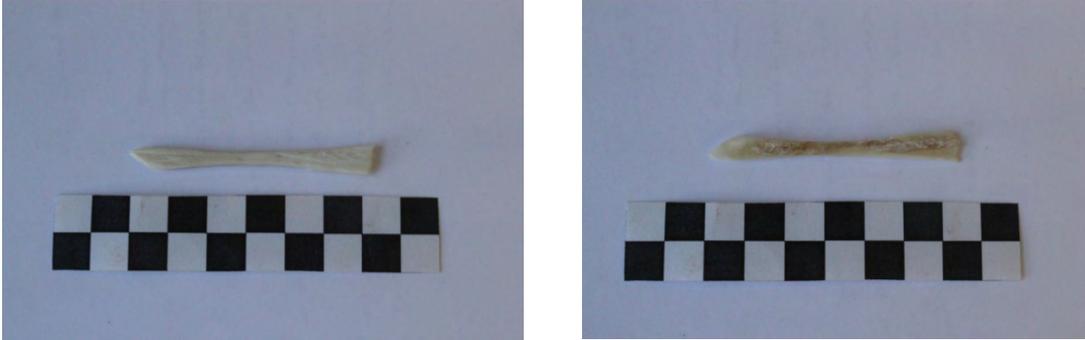


Figura 6. Punzón de base recta y sección poligonal

El paralelo arqueológico lo encontramos en la Cueva de Las Caldas (San Juan de Priorio, Oviedo).

Proceso de elaboración: Esta pieza se ha hecho con una incisión en la diáfisis del hueso hasta la cavidad medular para, finalmente, obtener la pieza realizando palanca. A modo de acabado se pule el punzón con arenisca.

El punzón se realizó sobre un metapodio de las siguientes medidas.

Longitud: 10 cm.

Grosor en la parte proximal: 2,3 cm.

Grosor en la parte medial: 1,5 cm.

Grosor en la parte distal: 2,8 cm.

Dando como resultado un punzón de las medidas:

Longitud: 6,4 cm.

Grosor en la parte proximal: 0,8 cm.

Grosor en la parte medial: 0,4 cm.

Grosor en la parte distal: 0,5 cm.

¹² RODANÉS VICENTE, 1987, 57.

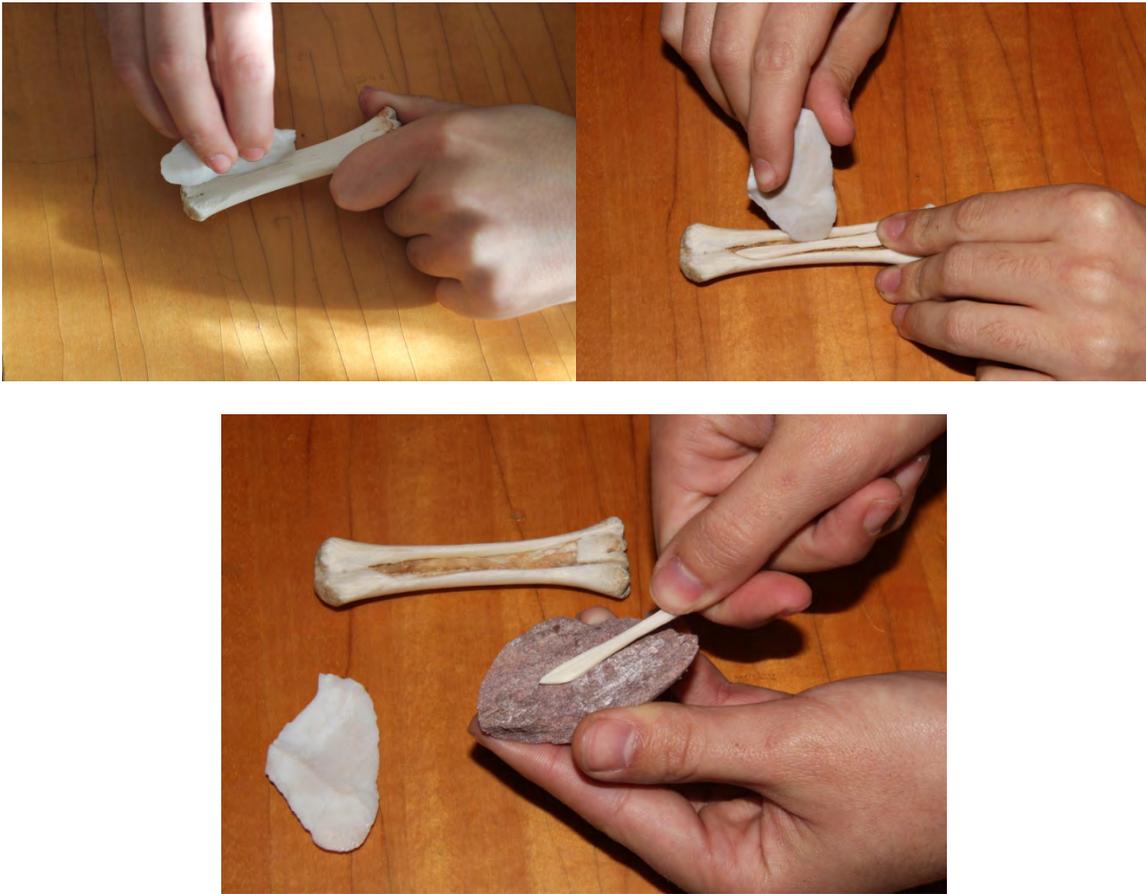


Figura 7. Proceso de elaboración.

Marcas observadas: Por toda la zona dorsal de la piza podemos ver claramente las marcas de corte (Fig. 8). En la parte distal se puede ver las marcas de abrasión producidas por el acabado final de la pieza (Fig. 9). En la parte distal podemos observar dos tipos de marcas. Por un lado tenemos marcas de corte, producidas al perfilar la pieza en el hueso, y, por otro, podemos ver las marcas de torsión dejadas al hacer palanca para terminar de extraer la pieza (Fig. 10).

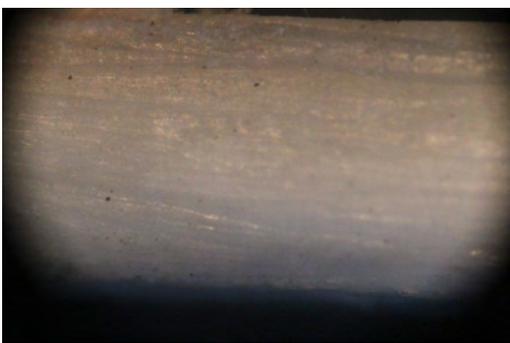


Figura 8 Marcas de Corte.



Figura 9. Marcas de abrasión.

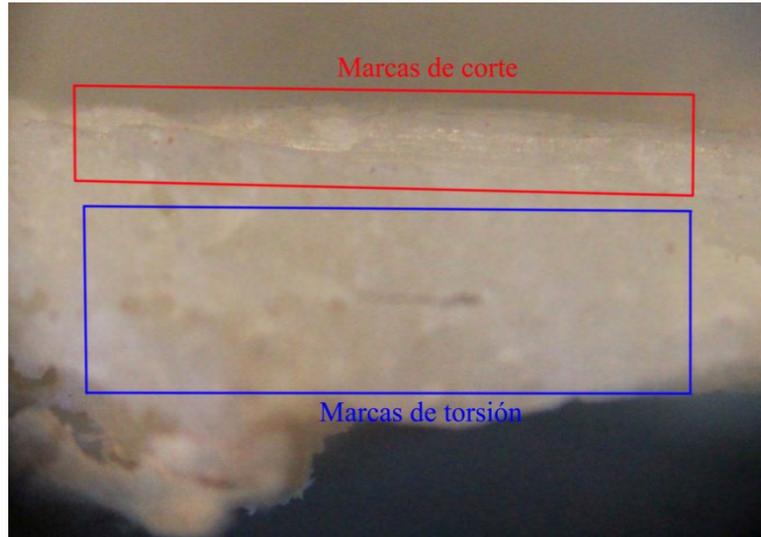


Figura 10. Marcas en la parte proximal

Punzón de base articular y sección anular.¹³



Figura 11. Punzón de base articular y sección anular.

Esta pieza corresponde al tipo 19 en clasificación de H. Camps¹⁴. Un paralelo arqueológico de este tipo de punzón lo podemos ver en la Fonda de Salomó (Tarragona).

Proceso de elaboración: se realiza un corte para debilitar el hueso y después se parte por torsión. A modo de acabado se pulió la punta con arenisca.

¹³ RODANÉS VICENTE, 1987, 52.

¹⁴ CAMPS-FABRER, 1966.

Las medidas del metapodio usado para hacer el punzón son:

Longitud.: 9,5 cm.

Grosor en la parte proximal: 2,1 cm.

Grosor en la parte medial: 1,2 cm.

Grosor en la parte distal: 2,6 cm.

El punzón resultante ha dado unas medidas de:

Longitud.: 8 cm.

Grosor en la parte proximal: 2,1 cm.

Grosor en la parte medial: 1,2 cm.

Grosor en la parte distal: 0,9 cm

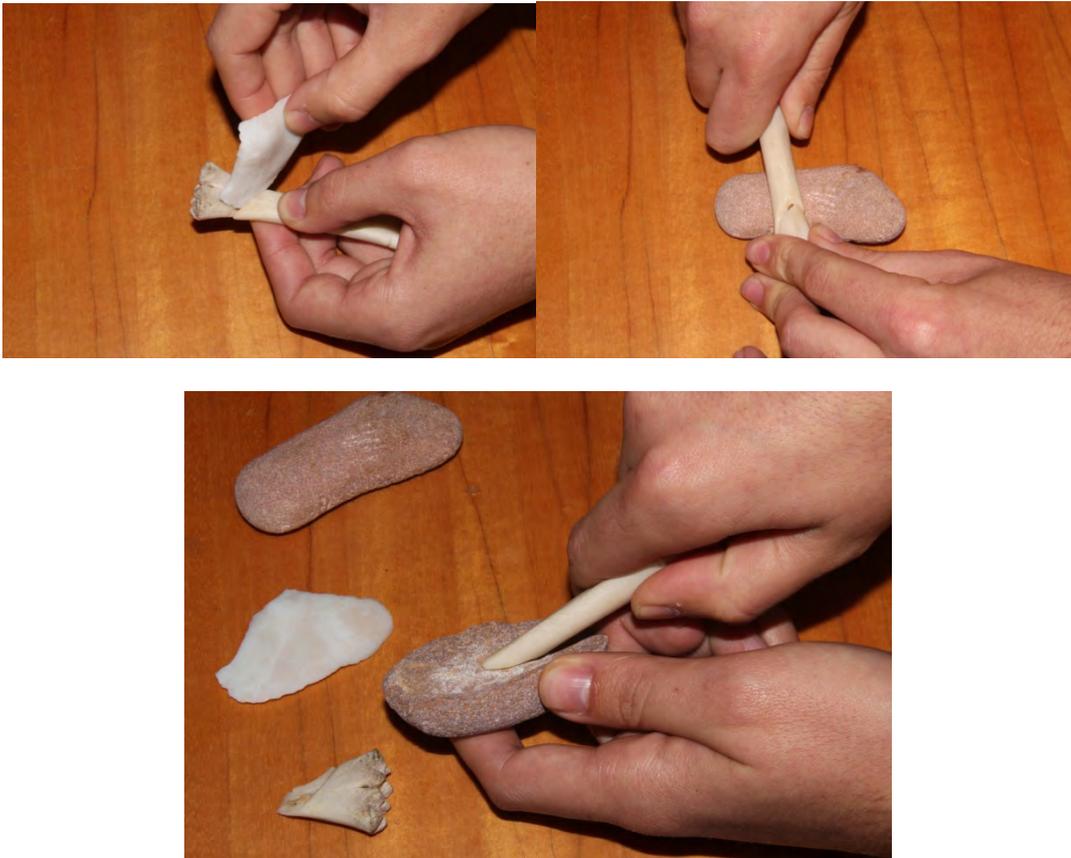


Fig. 12 Proceso de elaboración.

Marcas observadas: el punzón presenta las marcas correspondientes a la torsión en la parte distal (Fig. 13). Como en los casos anteriores, las posibles marcas producidas por el corte se han borrado debido al pulido.



Figura 13. Marcas de torsión.

PROPUESTAS PARA NUEVAS EXPERIENCIAS

Siguiendo con la idea de observar las marcas traceológicas en los útiles en hueso, sería interesante analizarlas después de haber usado los punzones. En esta nueva experiencia, se podrían comparar las marcas antes y después de su utilización para ver cómo se ven afectadas por las huellas de uso.

BIBLIOGRAFÍA

- ADÁN ÁLVAREZ, G. E.: *De la caza al útil: La Industria Ósea del Tardiglaciario en Asturias*. Servicio de publicaciones del Principado de Asturias. (1997).
- MAICAS RAMOS, R.: *Industria ósea y funcionalidad: neolítico y calcolítico en la cuenca de Vera (Almería)*. Consejo superior de investigaciones científicas. Madrid (2007).
- RODANÉS VICENTE, J. M^a: *La industria ósea prehistórica en el valle del Ebro*. Diputación general de Aragón. Zaragoza (1987).
- V.V.A.A.: *Nociones de tecnología y tipología en Prehistoria*. Ariel. Barcelona (2007).

COMPENDIO Y ANÁLISIS DE LA EXPERIMENTACIÓN ARQUEOLÓGICA CON VISTAS AL MEGALITISMO.

Rodrigo Octavio Tirado Salazar

Resumen. *El presente artículo es un trabajo que busca sintetizar varios elementos relacionados con las construcciones megalíticas, además hablar de los diversos experimentos que se han realizado en los últimos 30 años con relación a estas mismas y por medio del análisis tecnológico poder comprender algunos rasgos de estas sociedades tanto en el ámbito económico como en el social. Además concluimos con la problemática mediática que existe con relación a la construcción de los megalitos ya que al estar, los factores económicos, llevando el timón de la divulgación científica. La sociedad tiende a manejar las teorías más disparatadas y menos fundamentadas de todas y esto se ve reflejado en la falta de fomento a la investigación científica.*

Palabras clave: megalitismo, construcciones megalíticas, materias primas, experimentación megalítica, neolítico, Megalitismo europeo, extraterrestres y megalitos.

Summery. *This article is a work that seeks to synthesize several related elements with the megalithic constructions, also talk about the various experiments made in the last 30 years and through the technological analysis to understand some features of these societies in economically and socially sense. We also conclude with the problematic media that exists with regard to the construction of the megaliths that being, economic factors, taking the helm of scientific communication. Society tends to handle the wildest and least informed of all theories and this is reflected in the lack of building a scientific research.*

Key words: Megalithism, Megalithic construction, Megalithic experiments, Neolithic, Megalithism in Europe, UFO megalithism.

INTRODUCCIÓN

El fenómeno megalítico o también llamado Megalitismo son términos que se emplean para designar aquellas construcciones antiguas, de diferentes partes del mundo, en las que se utilizan grandes bloques de piedra (Jimeno *et al*, 2011: 207).

Como podemos entender por medio de esta definición, el fenómeno del Megalitismo es muy amplio y dentro de él se pueden considerar una gran variedad de construcciones al rededor del mundo.

Para efectos prácticos nosotros delimitaremos el Megalitismo regionalmente y cronológicamente. De esta forma hablaremos de las construcciones hechas con grandes bloques de piedra, las cuales, cronológicamente, se remiten al neolítico mientras regionalmente nos referimos a la Portugal, España, Suecia, Dinamarca, Alemania, Holanda, Irlanda, Gran Bretaña y Francia.

Estas fueron regiones en las cuales se dio el fenómeno del Megalitismo en el IV milenio a. C. (Jimeno *et al*, 2011: 207), lo cual sería unos 2000 años antes de que se diera el mismo fenómeno en Egipto o en el mundo micénico.

Los megalitos que comprenderemos en este artículo al ser tan antiguos nos demuestran un gran uso de la ingeniería, el conocimiento de las diversas materias primas, una excelente capacidad de cálculo y en muchos casos un conocimiento astronómico muy elevado ya que los megalitos en algunos casos están alineados con los astros.

Dentro de la amplia variedad de estructuras que pueden ser catalogadas de megalitos reconocemos tres tipos de monumentos:

- Tumbas colectivas (**dólmenes** de muy diversos tipos). La palabra dolmen viene del bretón *dol* = mesa y *men*= piedra. Son monumentos megalíticos destinados a enterramientos colectivos, constituidos por una cámara funeraria, realizada con grandes piedras verticales (ortostato), que soporten, generalmente, losas que sirven de cubierta. Esta estructura pétreo estaba cubierta por un gen túmulo, realizado con una ordenada disposición concéntrica de anillos de piedras y tierra que actuaban como contrafuerte. (Jimeno *et al*, 2011: 105) A su vez existen tres modelos básicos:

- Simple, solamente con cámara recubierta por un túmulo.
- Galería cubierta, es de cámara alargada a modo de pasillo.
- De corredor o pasillo de acceso, flanqueado por ortostatos.

Alineamientos rituales como los llamados **Cromlech** que viene del término galo utilizado para nombrar las construcciones megalíticas realizadas con alineación de Menhires dispuestas en forma cuadrangular, rectangular, ovalada o en forma de U. Estas estructuras se diferencian de los alineamientos, con los que van frecuentemente asociados. (Jimeno *et al*, 2011: 96)

El otro tipo de alineamiento ritual es denominado **Henge** - nombre del sur de Inglaterra-, de forma circular, elipsoidal u oval, delimitados por bloques de piedra o postes de madera y rodeados por zanjas y muros característicos del Megalitismo. (Jimeno *et al*, 2011: 155)

- **Menhires** que viene del bretón *men*= piedra y *hir*= alargado. El menhir (monolito) es un gran bloque de piedra, alargado, en estado natural o parcialmente regularizado, colocado verticalmente sobre el suelo. (Jimeno *et al*, 2011: 208)

FORMAS DE CONSTRUCCIÓN

Las diversas formas de construcción para los megalitos han sido a través del tiempo un gran misterio. Por ejemplo, durante la edad media, cuando estos monumentos estaban completamente descontextualizados, se creía que habían sido construidos por Dios o por seres mitológicos como en el caso de Geoffrey de Monmouth, en el siglo XII d.C, relataba en sus crónicas la creencia popular de que Stonehenge era un círculo de gigantes petrificados, de allí que se le conociera como la Danza de los Gigantes. Pero el mismo escritor hace llegar otra leyenda en donde las piedras fueron llevadas allí por el Mago Merlín, desde Irlanda. (J. J. Parry, 1959)

En primer lugar hay que tener en cuenta la complejidad de la extracción de los bloques de piedra, que se podía realizar por diversos métodos químicos y físicos de los cuales hablaré más específicamente en el próximo apartado pero que, sin duda, son técnicas que desafían la inventiva humana de hoy en día. Además de la extracción, hay que considerar los medios de transporte de los bloques que tenían que llevarse a cabo sin caminos y sin vehículos. Es una creencia muy popular la de considerar que se hacía por medio de barcas pero debemos tener en cuenta el gran tonelaje de los bloques de piedra, la capacidad de flotabilidad de los diversos materiales constructivos de las barcas -en este caso maderas

diversas- y los bajos fondos de los ríos o riachuelos que se encuentran cerca de las construcciones. Se debe también calcular la dificultad en la navegación en ríos caudalosos con tonelajes equiparables a los bloques utilizados normalmente para las construcciones megalíticas.

En seguida de los métodos de extracción y de transporte, debemos tener en cuenta las diversas técnicas y herramientas que deben haber sido utilizadas para retocar los bloques pétreos, ya que no se usaron en ningún momento herramientas modernas de hierro sino únicamente material lítico. Esto es fundamental a la hora de recrear en los diversos experimentos las tecnologías utilizadas por esta gente, ya que en muchos de estos se han utilizado herramientas modernas o maquinaria (C. J. Osenton, 2001; 293) que -por más que se intente hacer los cálculos adecuados para el cálculo de fuerza ejercida y desgaste- invalidan los experimentos.

Por último, tenemos que considerar la parte más difícil y que necesita mayor ingenio y precisión: las diversas formas de erguir los bloques de piedra, además, la pericia requerida para poder colocarlos unos encima de otros, sin olvidar que cada bloque pesa varias toneladas y que los constructores de megalitos no poseían ningún artefacto moderno ni contaban con la ayuda del cálculo y las matemáticas para realizar dichos proyectos. (C. J. Osenton, 2001; 293)

Sabemos a ciencia cierta que el proceso de construcción de estas estructuras era muy complejo, que para poder realizar un Dolmen es necesario ser capaz erguir los ortostatos, los cuales le van a servir de paredes y sobre los que se sostendrá la loza principal. Para lograr algo así es muy posible que se realizase el proyecto por medio del desplazamiento de grandes cantidades de tierra, muy poco a poco. Por ejemplo, si uno quiere mover un ortostato hasta apoyarlo sobre la parte superior de otros ortostatos para que sirva como un techo debe, en primer lugar, mover una gran cantidad de tierra para rellenar el espacio que hay entre los demás ortostatos para, de esta forma, poder desplazar el gran bloque de piedra sobre una pendiente hasta llegar a apoyarlo en la parte superior de estos y, poco a poco, retirar la tierra. Se tendría que vaciar el espacio interior del monumento y de esta forma quedaría construido un monumento megalítico. El equipo de J.P. Mohen (200 personas) en 1979 logró reconstruir este proceso construyendo un dolmen cuya loza superior pesó unas 32 toneladas.

ALGUNOS EXPERIMENTOS Y ESTUDIOS REALIZADOS

En esta parte del artículo me gustaría hablar de una serie de experimentos realizados en la actualidad para comprobar la eficacia de algunos métodos por medio de los cuáles se podrían haber construido los megalitos. Dentro de esta gama de pruebas existen muchas vertientes pero trataré de destacar unas cuantas de ellas, ya que el estudio exhaustivo de las mismas llevaría a un trabajo de dimensiones mucho mayores a las de este ensayo.

El primer estudio del cual quisiera hablar es el llevado a cabo por John S. Kopper y por Guillermo Rossello-Bordoy en el que se demuestra que, tanto en la Península Ibérica como en las islas Baleares durante el periodo megalítico de estas últimas (1300-123 a.C.), se utilizó un método especial para la extracción de bloques de piedra caliza: la aplicación del fuego. El mismo método se siguió incluso para la conformación de diversos utensilios a

partir de este mismo material, como pueden ser vasos funerarios, manos de molino y contenedores en general. Sin embargo, en su artículo, Kopper y Rossello- Bordoy mencionan una serie de tecnologías muy diversas que pueden ser conocidas en estos días gracias a los experimentos prácticos.

Los autores se centran en tres métodos para la obtención de bloques de piedra caliza. El primero de ellos es el corte mecánico, que consiste en realizar una incisión cavando surcos o trincheras a los lados del bloque. Estos surcos o trincheras se realizan de forma paralela para, de esta manera, poder cortar de los dos lados de la pieza de roca y, así, obtenerla entera.

El segundo procedimiento al que aluden es muy parecido al primero, solo que en lugar de cavar a los lados del bloque los surcos o trincheras, estos se realizan en forma de “L” para poder extraer el fragmento que se encuentra en el ángulo de otro bloque mucho más grande. Se aplica uno u otro método según la ubicación de la piedra que se quiera extraer.

La tercera técnica es el método térmico, el cual consiste en cavar un par de trincheras de unos 10 cm a los lados del bloque, luego se cava una trinchera perpendicular a estas otras que sirve de tubo de escape para los gases que sean tanto necesarios como producto de la reacción química, en general el oxígeno necesario para la combustión y el dióxido de carbono expulsado. En las trincheras paralelas antes mencionadas se produce la combustión tras la cual la roca caliza es calentada por un periodo largo de tiempo y a temperaturas tan altas como 800° o 900°. Esto se logra poniendo fuego en contacto directo con la piedra. Bajo estas condiciones el carbonato es inestable y pierde una molécula de dióxido de carbono que sale por la tobera de escape de gases. Por medio de esta reacción, se logra separar el bloque de piedra con un máximo aprovechamiento de la materia prima. Este procedimiento resulta particularmente interesante a Kopper y Rossello- Bordoy y señalan que fue unido al ritual funerario. Es por ello que en los pueblos que lo utilizaron es común la incineración de los cadáveres por medio de cal viva.

A continuación, revisaremos el estudio de remontaje mental realizado por Emanuel Mens. En él se afirma que, tras un largo tiempo de erosión, en Armórica (Francia) tuvo lugar una serie de numerosos afloramientos graníticos que fueron explotados desde el neolítico para la construcción de dólmenes. Los menhires, ortostatos y las losas de cobertura que proceden de estas rocas presentan una forma peculiar, caracterizada por una cara de afloramiento un poco convexa opuesta a una cara de extracción más o menos plana. La correcta identificación de las caras de extracción y de las antiguas caras de afloramiento permite reconocer el emplazamiento del menhir o del ortostato entre la roca antes de la intervención humana. Con ayuda de una tipología, las piedras megalíticas se colocan en los pisos inferiores o superiores del afloramiento como lascas de sílex separadas de su núcleo. Entonces, un remontaje mental teórico del afloramiento inicial es posible y justifica la denominación de *Afloramiento Núcleo* para designar al peñasco así reconstituido.

Las extracciones que realizaron los canteros neolíticos en la zona de Armórica en el noroeste francés modificó el paisaje permanentemente. La extracción de los bloques de piedra fue facilitada por fracturas naturales, ya que, como todas las rocas de origen magmático, los granitos están recorridos por redes de grietas. (E. Mens, 2003; 663)

Como se ha mencionado antes, para este género de estudios es fundamental saber cuál es la cara de extracción y cuál es la llamada cara de afloramiento, ya que sólo así puede realizarse el remontaje mental. La identificación se da por medio de la simple observación ya que la cara “de extracción” es casi plana frente a la “antigua cara de afloramiento la cual es de forma convexa y designa la parte del bloque de roca inicialmente expuesta al aire libre. Es importante señalar, antes de entrar en detalles y con una finalidad práctica, que el término genérico de “plano de lascado” se utiliza para designar todas las caras del bloque que han sido arrancadas del sustrato.

Si el afloramiento es suficientemente alto puede arrojarnos hasta cinco tipos de extracciones: los tipos 1,2 y 3 tienen como cara principal la cara del afloramiento y pertenecen a los pisos superiores mientras que los tipos 4 y 5 presentan caras principales esencialmente formadas por caras de extracción y han salido de los pisos inferiores. (E. Mens, 2003; 664)

El tipo 1 tiene un plano de lascado horizontal sin planos de lascado verticales. La zona de contacto entre el plano de lascado y la antigua cara de afloramiento forma un ángulo vivo o un ligero resalto de algunos centímetros.

El tipo 2 tiene un plano de lascado horizontal y tres planos de lascado vertical como máximo. Corresponde a la extracción de uno de los bordes del afloramiento, en un sector en el que la pendiente convexa es generalmente la más fuerte. Por su parte, el tipo 3 tiene un plano de lascado horizontal y cuatro planos de lascado vertical menos largos que son casi perpendiculares.

La cuarta categoría presenta dos planos de lascado horizontal y tres de vertical. Los dos grandes planos de lascado horizontal están unidos por una pequeña superficie de cara de afloramiento. En el orden de avance del reparto del afloramiento, el tipo 4 se extrae, pues, a continuación de un tipo 1 ó 2, y se sitúa en el mismo piso o por encima que un tipo 5, que es el que tiene mayor número de planos de lascado. En total unos seis y no presenta ninguna cara de afloramiento. Procede de los pisos inferiores próximos al tipo 4, en el corazón del afloramiento o de una extracción más profunda, allí donde los bloques con cara de afloramiento han desaparecido por completo.

Como se puede ver, por medio de esta tipología se puede ubicar el lugar exacto de donde proceden los bloques y, como si fuera el afloramiento núcleo un nódulo, podemos realizar el remontaje mental para así tener un conocimiento preciso de lo que los canteros neolíticos realizaron, como lo realizaron y en qué orden.

Un tercer estudio que es muy interesante a propósito de la tecnología utilizada para la construcción de megalitos es el llevado a cabo por Clifford J. Ostenton en el que se recrea la ingeniería utilizada para su creación. En este estudio Ostenton dice que es de vital importancia el utilizar tanto los materiales precisos que se podrían haber utilizado en esa época como la tecnología adecuada ya que los experimentos que se han realizado en el pasado, normalmente tendían a la utilización de maquinaria moderna o materias primas del siglo XX o, si es que se incurría en estos errores, se utilizaban cálculos matemáticos, los cuales son anacrónicos con respecto a la sociedad que se quiere recrear. De esta forma, Ostenton toma la medida de realizar todos los cálculos en los experimentos “a ojo”. Esta es una de las directrices más importantes del estudio.

El objetivo del experimento es el recrear la construcción de un megalito por medio de las pautas antes mencionadas y conseguir un resultado que corresponda con el registro arqueológico. En una ocasión se trató de extraer un bloque de 3 toneladas, subirlo sobre unos rieles, transportarlo 200m y erguirlo. Para ello, se utilizó únicamente madera que se encuentra en los alrededores; esta fue procesada por medio de hachas que corresponden al mismo periodo dentro del registro arqueológico y haciendo los cálculos con pura intuición.

El estudio es muy exhaustivo y engloba desde la extracción de la madera y su preparación - que en este caso fue roble, ya que durante el experimento se comprobó que era la mejor madera de la región- con hachas correspondientes al mismo periodo. Sorprendentemente, el experimento demostró que un solo hombre puede extraer y erguir un bloque de aproximadamente unas 5 toneladas utilizando utillaje de madera. Por lo que debemos calcular que en un grupo grande se divide el peso entre sus miembros y corresponden 5 toneladas a cada uno de los obreros. Además hay que mencionar que entre menos coordinación hay en el grupo se requiere mucha más fuerza, y al contrario, en cuanto éste se coordina se ahorra mucho esfuerzo. Para los fines de la coordinación fueron de gran ayuda tambores que marcaran el ritmo.

En cuanto a la forma de transportar los bloques de piedra se probaron tres métodos diferentes. El primero es probablemente el más conocido por: en él se coloca una cama de troncos debajo del bloque y estos se hacen rodar. En segundo término se probó el método del trineo pequeño en el que se desliza sobre una vía de madera pero este método resultó impropio, ya, al ser muy corto el trineo, este se hundió en la madera. El tercer método resultó ser el mejor: se utilizó un trineo grande y, al distribuirse el peso en una mayor superficie, no se hundió en ningún momento y avanzó sin mucho esfuerzo. Así, con un grupo de 28 voluntarios el bloque logró moverse a unos 5 kilómetros por hora.

Por todo lo anterior, el artículo de Clifford J. Osenton nos dice que la muy extendida concepción de unos constructores megalíticos que usaban mucha fuerza y muy poca habilidad es errónea. Al contrario, estos constructores usaban una fuerza escasa si se compara a la tecnología y la habilidad que poseían.

El cuarto estudio sobre las construcciones megalíticas que es importante mencionar trata sobre las estrategias de ocultación en el megalitismo tumular en el centro-oeste de la Península Ibérica. Toca, además, el tema fundamental del megalitismo: cambiar el paisaje de forma definitiva.

Lo último es fundamental. Puede resultarnos más sencillo comprender el deseo de alterar el paisaje, pero ¿qué pasa cuando hablamos de ocultaciones? Como dice el artículo (González de la Aleja 2003), el tema ha sido ampliamente tratado pero, en este caso, se hace hincapié en una serie de especificaciones como son el análisis de los espacios interiores y su aplicación a la arqueología del paisaje o la dificultad del medio y la asimetría relativa.

CONCLUSIONES

El estudio de las diversas tecnologías utilizadas en la prehistoria es muy importante ya que a través de él podemos comenzar a hacernos una idea de cómo se hacían los artefactos que tenemos hoy en día y nos vuelve capaces de, por medio de ellos, embarcarnos en la aventura de reconstruir el método que emplearon nuestros antepasados para construir y accionar en el mundo.

El estudio de todas estas técnicas tecnológicas nos permite, además, entender la estructura social y económica de estas sociedades. Para ejemplificar esto podemos analizar la forma de transportar los diversos bloques de piedra que se usan normalmente para construir cualquier monumento megalítico y saber cuántas horas de trabajo se requerirían. A su vez podemos intuir la diversificación y especialización del trabajo que está implícito en esta sociedad, ya que puede permitirse la inversión de cientos de “horas hombre” para la elaboración de una construcción que, en términos económicos, es totalmente un gasto y que, sin embargo, esta división el trabajo y especialización del mismo permite, ya que, mientras los canteros y transportistas se encuentren alejados de la producción de alimento otros pueden suministrárselos.

Gracias a ciencias como la traceología, el análisis de materiales y la tafonomía, fundamentales para la arqueología experimental, podemos hoy en día recrear la tecnología utilizada para la talla empleada en la conformación de un bifaz, la que se requiere para la cocción de una cerámica oxidante o aquella que sirve para erigir un megalito.

El experimento de E. Mens me parece especialmente útil ya que un remontaje en una pieza lítica nos aporta muchísima información acerca de las técnicas de talla utilizadas por el tallador prehistórico. De la misma forma, el remontaje mental hecho por E. Mens nos aporta información de cómo, dónde y de qué parte del afloramiento nuclear fueron obtenidos los bloques que hoy son menhires y ortostatos.

Las tecnologías utilizadas por los canteros megalíticos de las islas baleares también resultan sumamente interesantes, pues al entender más y más formas de cantería que podrían haber sido posibles durante la prehistoria ampliamos nuestra gama de posibilidades de frente a los nuevos yacimientos y tradiciones que encontraremos en el futuro.

De todos los experimentos mencionados, me parece que el más revelador y completo de todos es el de C. Osenton, ya que en él se plantea toda la cadena operativa en la construcción de megalitos: es el experimento ideal. Resulta muy útil para saber si es o no posible la construcción de un megalito, cuanta gente se necesita para hacerlo, con que tecnología se extrajo el material, cómo se transportaron uno a uno los bloques de piedra y cómo se erigieron los mismos.

En cuanto al encuentro con los experimentos mencionados, es enormemente satisfactorio el hallazgo de una serie de datos que rompen con la típica concepción que se tiene acerca del megalitismo y de sus técnicas constructivas. Por ejemplo, el hecho de que se usara más habilidad que fuerza en el transporte de un bloque de piedra. (C. Osenton, 2001). De la misma forma, comprobar la utilización del fuego para el tratamiento y extracción de un bloque de roca caliza es muy interesante y rompe los esquemas de las técnicas por medio

de las cuales siempre pensamos que estas sociedades podrían haber realizado estas construcciones, abriendo nuestra concepción de nuestros antepasados a la de seres civilizados e inteligentes y sustituyendo la imagen que normalmente se tiene de ellos como de seres burdos e inferiores. El no poseer la escritura, la matemática, la ingeniería, la física o la maquinaria no menguaba las capacidades de los hombres prehistóricos, ya que, de igual manera, lograron construir estructuras que aparentemente necesitan de todas esas ciencias y tecnologías.

Este hilo de pensamiento nos conduce a un debate que en el siglo veinte ha cobrado mucho auge y es que, hay personas que creen que las construcciones megalíticas fueron realizadas por seres extraterrestres, seres superiores o dioses pero pienso que esto es el mero reflejo de un pensamiento muy profundo de inferioridad e incredulidad en las capacidades humanas. Esto último se combina con la ignorancia sobre la prehistoria que es inherente a estas personas y, además, es apoyado por una serie de tabúes impulsados por los medios populares de divulgación científica, los cuales publican los artículos que se venden más, se basan en la ley de la oferta y la demanda antes que en el rigor científico.

BIBLIOGRAFÍA

- A. JIMENO MARTINEZ, M. MÉNDEZ FRENANDEZ, V.M. FERNANDEZ MARTINEZ. (2011) Diccionario de Prehistoria. Madrid, España:Alianza editorial.
- J. S. KOPPER, G. ROSSELLO-BORDOY.(1974) Megalithic Quarrying Techniques and Limestone Technology in Estern Spain.Journal of Field Archeology / Vol. 1, 161-170.
- E.LÓPEZ-ROMERO GONZÁLEZ DE LA ALEJA, S. WALID SBEINATI. (2003) Estrategias de ocultación en el megalitismo tumular del centro-oeste peninsular. Actas del III Congreso del Neolítico en la Península Ibérica : Santander, 5 a 8 de octubre de 2003/coord. por Roberto Ontañón Peredo, Cristina García-Moncó Piñeiro, Pablo Arias Cabal, 2005. 697-703.
- MOHEN, J.P. (1980) Aux prises des pierres de plusieurs dizaines de tonnes, Des dossiers de l'archaeologie 46: 58-67.
- MENS, E. (2003) El 'remontaje mental' del afloramiento: el ejemplo del megalitismo armoricano (Francia).Actas del III Congreso del Neolítico en la Península Ibérica : Santander, 5 a 8 de octubre de 2003/coord. por Roberto Ontañón Peredo, Cristina García-Moncó Piñeiro, Pablo Arias Cabal, 2005. 663-668.
- OSTENTON, C.J.(2001) Megalithic engineering techniques: experiments using axe-based technology. ANTIQUITY, vol. 75, n. 288.293-298.
- PARRY J. J. & CALDWELL R. (1959) "Geoffrey of Monmouth" in Arthurian Literature in the Middle Ages, Roger S. Loomis (ed.). ClarendonPress: Oxford University.

DESGRASANTES Y COCCIÓN CERÁMICA.

Karla A. Chong Bejarano.

PLANTEAMIENTO

En este artículo se abordará el tema relacionado con la incidencia de los desgrasantes en la cocción cerámica. Las materias primas utilizadas son la arcilla industrial, calcita en diferentes grosores (grano grueso, medio y fino), chamota o grog y excremento animal. Las inclusiones se realizarán en una proporción de un porcentaje respecto al peso de la arcilla empleada.

Hay que tener en cuenta que cada elemento tiene unas características propias que difieren entre los materiales y responden de una manera distinta a una exposición prolongada al calor (temperaturas elevadas). Es por esto por lo que se va a estudiar cómo afectan las variables tiempo y temperatura a las piezas previamente fabricadas.

Trabajos previos como los de Clop (*Materia Primera i producció de ceràmiques*) o los de Olaetxea (*La tecnologia ceràmica en la protohistoria vasca*), entre otros, realizan un trabajo más exhaustivo sobre este tema.

El marco cronológico lo encuadraremos en el Neolítico, momento en el que era frecuente la adición de desgrasantes a la cerámica. Este aspecto sería fundamental, ya que un estudio de las inclusiones ayudaría a conocer cómo los hombres neolíticos aprovechaban los recursos de su entorno y cómo los gestionaban.

Por otro lado la experimentación realizada sirve como base a la hora de conocer los ensayos, hechos por estos hombres, y cómo a base de experimentación la técnica cerámica se fue perfeccionando poco a poco.

FASES Y TÉCNICA DE PRODUCCIÓN DE LAS PIEZAS



En la elaboración del proyecto se han empleado las siguientes fases de producción:

- 1.-Elección de las materias primas a utilizar.
- 2.-Obtención de los granos de chamota o grog (barro cocido y triturado utilizado como desgrasante), con la ayuda de un molino de piedra. Material proporcionado por el aula de Arqueología experimental.

Figura 1: obtención de granos de arcilla cocida (chamota).

3.-Obtención de los granos de calcita, en distintas medidas. Material procedente de Mallorca y proporcionado por el Aula de Arqueología Experimental.



Figura. 2: Calcita machacada para la obtención de granos de diversos tamaños.

4.-Desmenuzamiento del excremento de caballo.

5.-Elección de la cantidad de arcilla (50 gr.) y proporción del desgrasante:

Desgrasante	Porcentaje	Porcentaje	Porcentaje	Porcentaje
	1	2	3	4
Excremento de caballo	10%	16%	20%	30%
Chamota	10%	16%	20%	30%
Calcita	10%	16%	20%	30%

6.-Elaboración de las pellas de arcilla a las que se les añade desgrasante. Mediante el modelado a mano reciben una forma rectangular. El tamaño depende de la cantidad de desgrasante que se le agregue, por lo general las placas son de 6 cm. x 4cm. x 1 cm. Se han utilizado un total de 60 placas, 20 para cada temperatura de cocción.

7.-Secado de las piezas durante 10 días.

8.-Cocción de las placas, una vez alcanzada la temperatura se ha mantenido durante 30 minutos:

Cocción	Temperatura de cocción	Tiempo de cocción (minutos)
A	750°C	30´
B	850°C	30´
C	950°C	30´

9.-Extracción de las placas de arcilla.

VARIABLES

Las variables a tener en cuenta son las siguientes:

1.-Cantidad de arcilla empleada: 50 gr.

2.-Cantidad de desgrasante añadido a los 50 gr. de arcilla y su reacción. En este apartado se ha querido jugar con la frecuencia de inclusiones y su incidencia en la matriz: una 10% responde a una inclusión escasa, el 20% sería abundante y el 30% muy abundante. En cuanto a la calcita también se ha jugado con su grosor que oscila entre 1 mm. Y 3-4 mm., lo que correspondería a un grosor fino, medio y grueso y que también se han añadido siguiendo los porcentajes estipulados:

Tamaño del grano	Porcentaje 1	Porcentaje 2	Porcentaje 3	Porcentaje 4
Fino	10%	16%	20%	30%
Medio	10%	16%	20%	30%
Grueso	10%	16%	20%	30%

3.-Huellas que dejan las inclusiones en la arcilla tras su cocción.

4.-Temperatura y tiempo de cocción e incidencia en las placas.

RESULTADOS OBTENIDOS

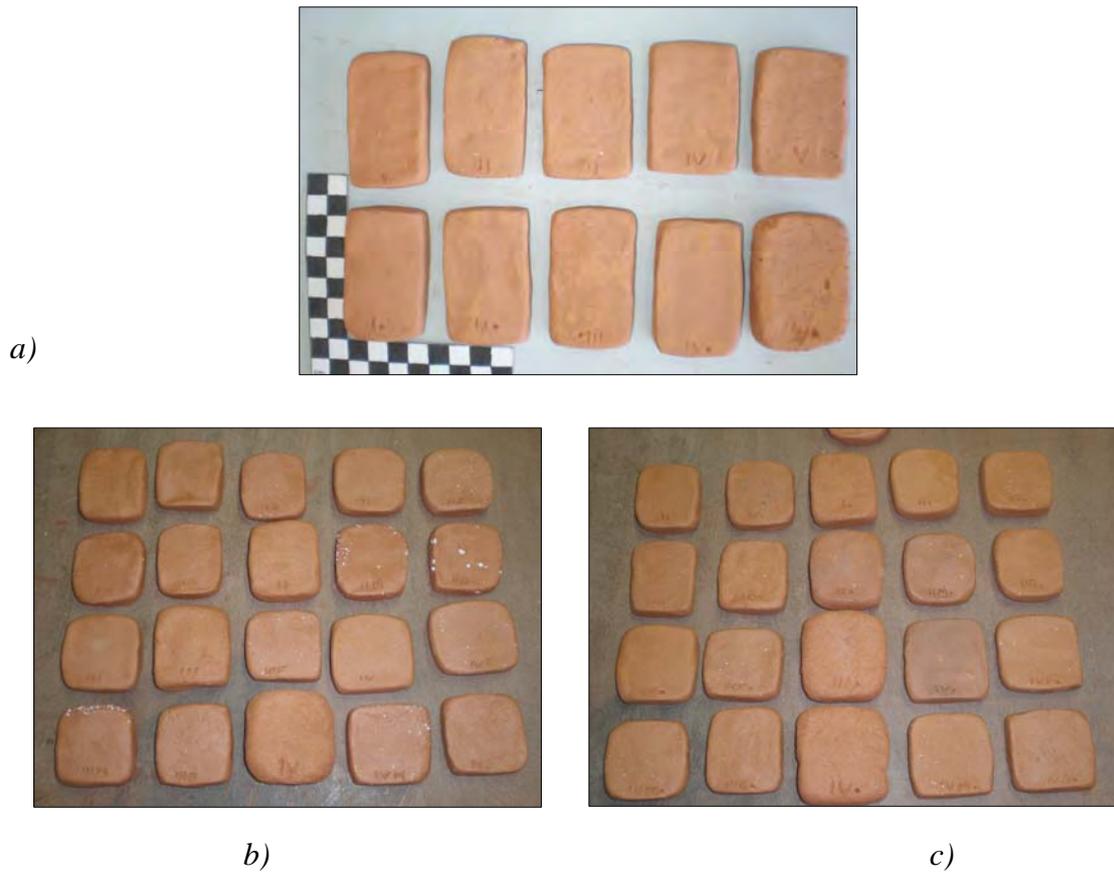


Figura3:Placas cocidas a) 750°C, b)850°C, c) 950°C.

Con el **análisis petrográfico** se ha pretendido observar las huellas que dejan los desgrasantes en la cerámica, lo que ayudará a establecer la composición de los mismos en futuros estudios.

Desgrasante vegetal: Los vacíos observables se producen por la acción de las altas temperaturas a las que están expuestas, es decir, se calcinan durante la cocción, lo que deja unos huecos alargados y estrías longitudinales (huellas de impresión en negativo). Cuando en los vestigios arqueológicos se conserva este material se debe a que se han sometido a una bajas temperaturas de cocción, a partir de los 500°C se inicia el proceso de grafitización. Cuando se alcanzan los 750°C se produce la combustión total de la inclusión orgánica.

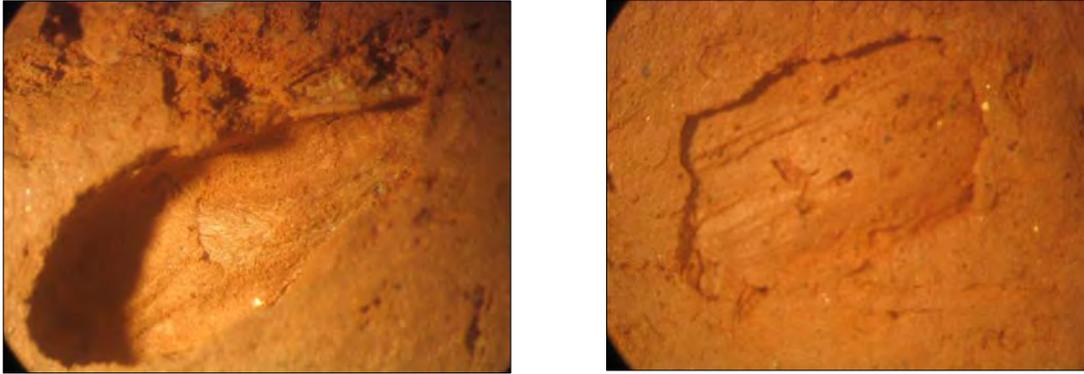


Figura. 4: Detalle de las huellas dejadas por desgrasante orgánico.

El material orgánico (estiércol) produce una pasta porosa y hace que el tiempo de secado de la pasta se vea incrementado. La función de los restos de vegetación y semillas es la de reducir el encogimiento de la pieza a la hora de la cocción y mejora su plasticidad.

En muchas ocasiones son mezclados con un desgrasante de origen mineral, lo que resulta ventajoso para las piezas de cocina, ya que interrumpen la rotura que se forma como consecuencia del estrés térmico durante su uso.

Si las vasijas contienen abundante cantidad de este desgrasante se ven limitadas funcionalmente, si son sometidas al fuego su superficie resulta muy afectada, lo que reduce su vida útil. Por otro lado, estas cerámicas presentan poca resistencia a la abrasión, son muy porosas y tras la cocción su peso se reduce en un 50%.

El **material inorgánico chamota o grog** al ser un material cocido se mantiene estable durante la cochura. Este elemento presenta una serie de ventajas como la creación de una textura uniforme, ya que es del mismo material de la pieza y proporciona mejoras en cuanto a su resistencia térmica. Al tratarse de arcilla industrial contiene mica añadida por lo que en las placas tras la cocción observamos partículas brillantes doradas. Aunque comparten el mismo material, su inclusión se puede diferenciar, ya que presenta una granulometría superior a la de la arcilla que se va a cocer.

En cuanto a la **calcita** (carbonato cálcico), típica de zonas calcáreas, se presentan en forma de nódulos grandes con apariencia romboide. Tiene la función de reducir la rotura y deformación durante la cochura; aumenta la resistencia al tener más plasticidad; y reduce el tiempo y la temperatura de cocción. La calcita tiene un índice de expansión termal similar a la arcilla o feldespatos y sufre un menor estrés térmico, esto previene que la cerámica sufra roturas a causa de la dilatación de sus paredes como consecuencia de las altas temperaturas a las que puede ser sometida. Por debajo de los 750°C es estable y no sufre cambios, la vitrificación empieza a los 950°C.



Figura. 5: Detalle de las inclusiones de desgrasante inorgánico (calcita).

Las cerámicas con estas características tienen una vida funcional más dilatada en comparación con aquellas que contienen desgrasantes vegetales, puesto que soportan mejor el calor, la abrasión y el choque térmico, evitando así las roturas.

Cabe decir que el uso de calcita como desgrasante favorece la aparición de microestructuras estables en piezas cocidas a temperaturas bajas, pero presenta el inconveniente de incrementar la porosidad del producto final, lo cual puede ser perjudicial para algunas funciones de la cerámica.

Atendiendo a la **cocción**, en un primer punto hay que aclarar que la temperatura de cocción ha sufrido una pérdida de 5°C, debido a las condiciones del horno industrial en el que se ha realizado esta parte del experimento.

Los **resultados postcocción** obtenidos, para la cocción A y C se han mantenido estables. En cambio, la cocción B, que tenían inclusiones de calcita, ha sufrido alteraciones. A la hora de la retirada del horno, tras un periodo de enfriamiento de 24 horas, no presentaban variación alguna (figura 3), la variación llega pasado una semana. Esta variación se observa en el aumento de tamaño de los granos y en la composición de la calcita presentes en la placa cerámica, la calcita se convirtió en un material deleznable, se tornó de color grisáceo y provocó desconchados en la cerámica con la consecuente falta de consistencia en la pasta. Tras una tercera observación, a los tres días respecto a la segunda observación, las placas afectadas presentaban desprendimientos considerables y una gran fragilidad a la hora de ser manipuladas. Un mes más tarde en una cuarta observación la mitad de las placas se habían deshecho completamente (inclusiones al 20% y 30%), las demás piezas al tocarlas se descomponían (inclusión al 10% y 16%). Los granos de calcita al ser sometidas a una presión con las yemas de los dedos se descomponía hasta tal punto que se convertían en polvo, esto no ocurría con los trozos de cerámica, ésta si presentaba más solidez.

Observación	Tiempo transcurrido (días)	Tipo de reacción
Primera	1	No se observaron variaciones.
Segunda	7	-Aumento del tamaño de los granos de calcita. - Calcita deleznales y de color grisáceo. -Desconchados evidentes.
Tercera	10	-Desprendimientos considerables. -Gran fragilidad al ser manipuladas.

<p>Cuarta</p>	<p>30</p>	<p>-Placas deshechas parcialmente (10% y 16%).</p> <p>-Placas deshechas completa (20% y 30%)</p> <p>-Pulverización de los granos de calcita (presión).</p>
---------------	-----------	--



a)



b)



c)



d)

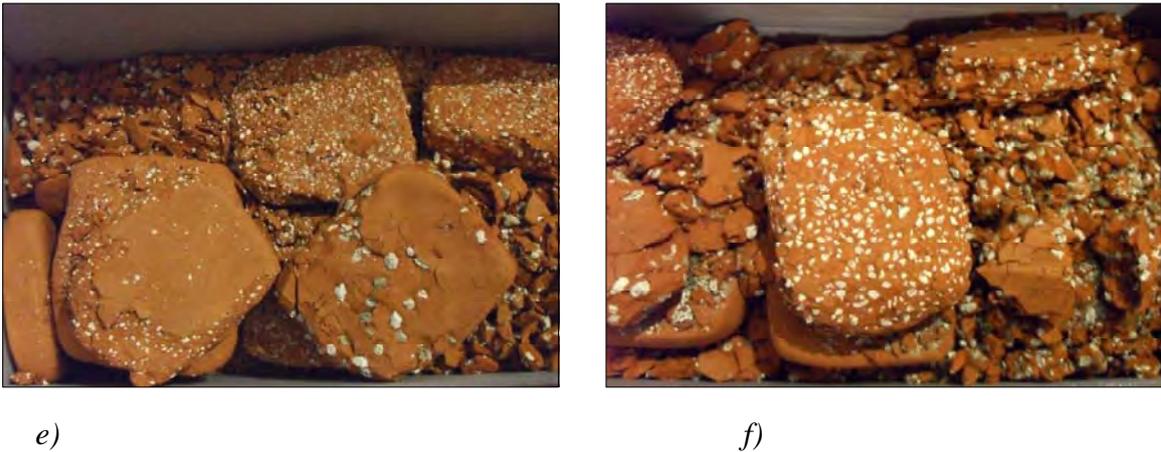


Figura 6: Aspecto de las placas en la segunda (a-b), tercera (c-d) y cuarta (e-f) observación.

Las alteraciones sólo se observan en las piezas que contienen calcita y que fueron cocidas a 850°C, esto se debe a que el proceso de enfriamiento se ha visto alterado, se ha producido un cambio brusco y una consiguiente rehidratación con las partículas de oxígeno del aire. Esto es relevante ya que las piezas cocidas a mayor temperatura (950°C) no presentan ningún tipo de variación, puesto que el periodo de enfriamiento fue superior a 24 horas, en concreto fueron retiradas del horno pasadas 72 horas.

No hay que olvidar que a partir de los 750°C se inicia la descomposición del carbonato de calcio (CaCO_3), lo que provoca una destrucción de los cristales que componen la calcita. Es entonces cuando se empieza a descomponer en óxido de calcio y dióxido de carbono, proceso que continúa hasta los 850°C, cuando la descomposición es completa. A esto hay que añadir la hidratación que se produce después de la cocción a partir de vapor de agua que contiene el aire, entonces el hidróxido de calcio (Ca(OH)_2) ocupa un mayor espacio en la pasta de la calcita original teniendo como resultado los desprendimientos (desconchados) observados.

Las piezas que presentan un mayor grado de desprendimientos son aquellas en las que se ha usado un porcentaje elevado de desgrasante (20% y 30%), en las de menor porcentaje (10% y 16%) se ha visto una incidencia menor. Cuando los cristales de calcita han rellenado los “huecos” en la pasta es cuando actúan como desgrasante, al haber más proporción de desgrasante se colmata y se producen los desconchados. Las placas con un 10% y un 16% de calcita pasado una semana presentaban desconchado, pero de forma más sutil, un mes después de su cocción se observa en ellas graves desconchados, aunque no se han pulverizado, sí lo han hecho las de inclusiones al 20% y 30%.

Aún con lo observado hay evidencias del uso de la calcita como desgrasante, sin ir acompañado de otro tipo de inclusión, lo que se ha defendido como un elemento cultural al no verse una funcionalidad clara asociada a este tipo de desgrasante (Échallier y Courtin, 1994). Pero no hay que olvidar las ventajas que tiene el uso de este tipo de inclusiones, entre ellas destaca que el comportamiento por efecto de la expansión térmica es muy similar al de las arcillas utilizadas por los ceramistas prehistóricos. Tanto la calcita como la chamota presentan curvas de expansión similares a la de la arcilla por lo que durante el horneado no producen roturas por la diferente expansión entre arcilla y desgrasante. Otras

ventajas serían la creación de un compuesto cerámico muy duro y de gran resistencia, una buena conductividad del calor, lo que las hace aptas para la cocción de alimentos ahorrando combustible y tiempo de cocción, ya que se llegaría antes al proceso de ebullición. No hay que omitir que el estudio de las inclusiones es interesante para conocer la proporción que debieron utilizar los alfareros antiguos.

BIBLIOGRAFÍA

- ALBERO, D., “Primeras aproximaciones a la tecnología cerámica prehistórica en la Península de Calviá (mallorca)”, *@rqueología y Territorio n° 4*. 2007. pp. 70-86.
- BRONITSKY G. Y HAMER, B., “Archaeology Experiments in Ceramic Technology: The Effects of Various Tempering Materials on Impact and Thermal-Shock Resistance”, *American Antiquity, Vol. 51, No. 1*. 1986. pp. 89-101.
- CALVO, M. *La cerámica prehistórica a mano: una propuesta para su estudio*. Mallorca 2004.
- CLOP, X. *Matèria primera i producció de ceràmiques. La gestió dels recursos minerals per a la manufacturació de ceràmiques del 3100 al 1500 cal abans al nord-est de la Península Ibèrica*, Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona.
- ECHALLIER, J.-C. AND COURTIN J., 1994. *Approche minéralogique de la poterie du Néolithique ancien de la Baume de Fontbrégoua à Salernes (Var)*. *Gallia Préhistoire*, 36: 267-297.
- GARCIA J., CALVO M., “Análisis de las evidencias macroscópicas de cocción en la cerámica prehistórica: una propuesta para su estudio”, *Mayurqa n° 31*. 2006. pp. 83-112.
- OLAETXEA, C., “La tecnología cerámica en la protohistoria vasca”, *MUNIBE (Antropología-Arkeología)*. n° 12. 2000. pp. 11-211.
- VV. AA., *Tecnología de la cocción cerámica desde la antigüedad a nuestros días*. Alicante 1990. (Ponencias del Seminario celebrado en el Museo de Alfarería en Agost (Alicante) del 4 al 6 de octubre de 1990).

**TJEHMED: REPRODUCCIÓN DE FAYENZA EN EL LABORATORIO DE
ARQUEOLOGÍA EXPERIMENTAL DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE
MADRID**

Gema Frigolet Vela
Paula Cristóbal Horcajo

INTRODUCCIÓN

En este trabajo de experimentación tenemos como objetivo el estudio de la tonalidad de la fayenza, es decir, si la variación de las proporciones de los materiales es la razón de que las piezas presenten un color diferente.

La fayenza o tjemmed, vocablo por el cual se referían a ella los egipcios está relacionada con la palabra brillante o reluciente como alusión a esta piedra semipreciosa artificial, que estuvo presente a lo largo de toda la historia del Antiguo Egipto, desde el Periodo de Naqada III (3100-2900 a.C.) en época Predinástica, hasta fines del Periodo Romano (30 a. C.-395 d. C.)

La fayenza en época egipcia se obtenía partiendo de una pasta elaborada con arena o cuarzo granuloso que, previamente, era mezclado con un material aglutinante de tipo alcalino como el natrón, o una planta llamada *ash*; después, la pasta se calentaba en un horno, donde el componente sódico de dicha mezcla se concentraba en la parte exterior, obteniéndose una pieza con un hermoso acabado vítreo superficial.

METODOLOGÍA

Tras la difícil elección del trabajo que queríamos realizar, nos documentamos sobre todo lo relacionado con la fayenza: materias primas, proceso tecnológico, contexto en el que se daba...

Como ya se ha comentado, el principal componente de la fayenza es el cuarzo (SiO_2), cuya proporción va desde el 90% al 99%, al que se le añade álcali o natrón (Na_2O), entre un 0'5% a un 3%, un poco de cal (CaO_2), entre un 1% y un 5%, y por último y en menor contenido, un colorante, en el caso de querer obtener el característico color azul-verdoso se usará óxido de cobre (Cu_2O), como es el caso de esta experimentación, y agua.

Tras documentarnos sobre el proceso tecnológico de la fayenza, realizamos dos tipos de molde en arcilla, unos circulares y otros cuadrangulares, les dejamos secar y posteriormente les cocimos.



Figura 1. Moldes de arcilla usados para la experimentación.

Las materias primas (cuarzo, cal, natrón y óxido de ocre), las adquirimos en una droguería, al ser todos ellos elementos difíciles de encontrar de forma natural.

En un primer momento, realizamos una prueba, que consistió en preparar la mezcla, pasarla a los moldes y dejarla secar. En esta primera prueba nos dimos cuenta de que los moldes de forma rectangular no nos servirían para la experimentación debido a que la forma dificultaba desmoldar las piezas, por lo que únicamente usaríamos los moldes circulares. También probamos a utilizar un molde de silicona, pero descubrimos que en él el agua no se evaporaba y por tanto las piezas no se secaban, por el contrario en los moldes de arcilla esta absorbía el agua sobrante de la pasta.

Las piezas que obtuvimos a los pocos días se desintegraron, por lo que decidimos que la cocción de las mismas se debía realizar inmediatamente después de que estas se secaran.

Para averiguar si el cambio se debía a la proporción de sus materiales decidimos hacer cuatro mezclas de 50 gramos cada una en las que se cambiarían las proporciones:

Muestra A

Material	Proporción (%)	Cantidad (gr)
SiO ₂	96,00%	48 gr.
CaO ₂	2,00%	1gr.
Na ₂ O	1,00%	0´5 gr.
Cu ₂ O	1,00%	0´5 gr.
Agua	-	-

Muestra B

Material	Proporción (%)	Cantidad (gr)
SiO ₂	94,00%	47 gr.
CaO ₂	2,00%	1 gr.
Na ₂ O	2,00%	1 gr.
Cu ₂ O	2,00%	1 gr.
Agua	-	-

Muestra C

Material	Proporción (%)	Cantidad (gr)
SiO ₂	92,00%	46 gr.
CaO ₂	4,00%	2 gr.
Na ₂ O	3,00%	1'5 gr.
Cu ₂ O	1,00%	0'5 gr.
Agua	-	-

Muestra D

Material	Proporción (%)	Cantidad (gr)
SiO ₂	90,00%	45 gr.
CaO ₂	5,00%	2'5 gr.
Na ₂ O	3,00%	1'5 gr.
Cu ₂ O	2,00%	1 gr.
Agua	-	-

Primeramente, realizamos las pastas de cada muestra, durante este proceso tuvimos una incidencia con la muestra B, ya que añadimos agua en exceso por lo que tuvimos que repetir la muestra.



Figura 2. Diversos momentos de realización de las pastas.

Tras ello, pasamos la mezcla a los moldes y esperamos unos minutos a que se vaporara el agua, proceso que tardó bastante en las muestras C y D. Esto es posible que se debiera a dos razones; la primera de ellas a que las pastas contenían menor cantidad de cuarzo, y la segunda posibilidad es que los moldes de arcilla hubieran absorbido demasiada agua de las muestras A y B. Este hecho nos llevó a pensar que exista la posibilidad de que los egipcios rompieran los moldes, ya que a este hecho se le une la dificultad a la hora de desmoldar. Después de ello, procedimos a recortar los bordes sobrantes.

Durante estos procesos tuvimos algunos problemas el primero la dificultad de desmoldar algunas piezas, posiblemente porque se habían secado demasiado, y la aparición de burbujas en algunas de las piezas debido a que no habíamos presionado lo suficiente la pasta contra el molde.



Figura 3. Distintos momentos del paso de la pasta a los moldes, el desmoldeamiento, las piezas, y eliminación de rebabas.

Después de desmoldarlas, esperamos a que se produjera la eflorescencia, es decir, la conversión en polvo de las diferentes sales al perder el agua de cristalinización.



Figura 4. Momento de la eflorescencia, visto con lupa binocular.

Una vez que las piezas se secaron por completo pasamos al proceso de cocción. Esta se realizó en un horno oxidante y la temperatura que se alcanzó fue de aproximadamente 1000°C.



Figura 5. Momento de introducción de las piezas en el horno para su cocción.

Tras esperar a que el horno y las piezas se enfriaran, las sacamos del mismo para su posterior estudio.



Figura 6. Apertura del horno y aspecto de las piezas tras la cocción.

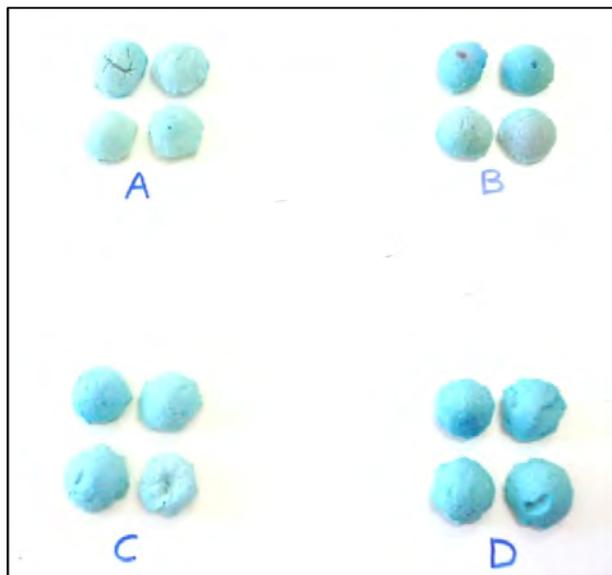


Figura 7. Fotografía de las muestras tras realizar el proceso tecnológico

CONCLUSIONES

Como hemos indicado con anterioridad el objetivo de nuestro trabajo era observar si el cambio de las proporciones de los materiales de la fayenza influía en la tonalidad, y como en la fotografía anterior podemos afirmar que si, en especial la cantidad de colorante, en este caso óxido de cobre (Cu_2O), que se añade, cuanto más cantidad de este material se añade más azul será el aspecto final de la pieza. Tanto la muestra B como la D, son las que más cantidad de óxido de cobre, un 2%, tienen y las que presentan un color azul más intenso.



Figura. 8. Fotografías de las cuatro muestras y una en la que aparece una pieza de cada muestra

Hay que señalar que en una misma pieza se observan diferentes tonalidades, posiblemente este hecho se deba a que los materiales no se mezclaron por completo durante la obtención de la pasta.

En la fotografía anterior, que pertenece a una de las piezas de la muestra B podemos observar una mancha rojiza, la cual es posible que se deba a una concentración de óxido de cobre o por el contrario a que no termino de cocerse completamente y en esa parte la temperatura no alcanzo la necesaria para que se produjera el cambio de rojo a azul. Este aspecto también se observa en el resto de las piezas, pero solo bajo la lupa binocular.

La textura y el aspecto vítreo de las piezas lo podemos observar en las siguientes fotografías tomadas desde la lupa binocular:



BIBLIOGRAFÍA

FRIEDMAN (eds.), *Gifts of the Nile. Ancient Egyptian Faience*, Londres, 1998

MICHALOWSKI, K. *El arte del Antiguo Egipto*, Madrid, 1991

NICHOLSON, P.T. AND SHAW, I., *Ancient Egyptian materials and technology*, Cambridge, 2000

PÉREZ LARGACHA, A. *El Antiguo Egipto*, Madrid, 1999

EXPERIENCIAS SOBRE PUNTAS DE PALMELA: PRODUCCIÓN, BATIDO EN FRÍO Y AFILADO.

Iván Ruiz Ortega

INTRODUCCIÓN

Nuestro trabajo se va a centrar en el proceso de producción de las piezas conocidas como puntas de Palmela, características del calcolítico asociadas al horizonte Campaniforme, sobre todo de tipo Ciempozuelos, y en menor medida al mundo del Bronce Inicial.

Por lo que se refiere a la cronología se mantiene vigente la propuesta por Delibes y Fernández Miranda en 1981, que mediante estratigrafía y datación absoluta defendían una producción tardía de estas puntas. Ellos establecieron el desarrollo de las palmelas entre el 1800 y el 1550 a.C., aunque una variedad más avanzadas de ellas, las de tipo Pragança, pueden encontrarse en torno al 1450 a.C. En los últimos años, hallazgos de cerámicas tipo Ciempozuelos cerca de principios del II milenio avala la idea de que el origen de estas puntas, según estos autores, se puede situar en torno al 2000 a.C. (Herrán Martínez 2008; 232).

También se ha documentado una perduración, funcional aunque no tipológica, en fechas posteriores, del Bronce final, como en Padilla de Abajo o en la Cueva de Arevalillo (Garrido-Pena 2000; 172).

Geográficamente es un tipo de pieza que aparece en toda la Península Ibérica, aunque la mayoría de estudios tiende a centrarse en la Meseta central, presentando una mayor dispersión, sobre todo, en la Sub-meseta norte y la comunidad de Castilla y León (Garrido-Pena 2000; 173).

El contexto de su aparición es diverso, entre contextos de habitación, funerarios, depósitos o indeterminados (Herrán Martínez 2008; 261-264). Si nos centramos en la submeseta norte, podemos ver que la mayor parte de estas piezas aparecen en indeterminados, mientras que poco a poco van equilibrándose las aparecidas en contexto habitacional y funerario. Junto a ellas aparece otro tipo de objeto novedoso perteneciente también al mundo Campaniforme, los llamados puñales de lengüeta (Garrido-Pena 2000; 173).

Dentro del amplio grupo denominado “puntas de Palmela”, Delibes de Castro estableció una tipología que aún hoy se aplica. En ella distinguió tres grupos de tipo formas, A, B y C, con pequeñas variaciones dentro de ellos.

El tipo A se caracteriza por una hoja ovalada con bordes biselados, ligeramente apuntada, provista de un pedúnculo de sección cuadrada que puede variar en longitud.

El tipo B se caracterizaría por un estrangulamiento muy marcado para formar el pedúnculo mediante escotaduras muy marcadas.

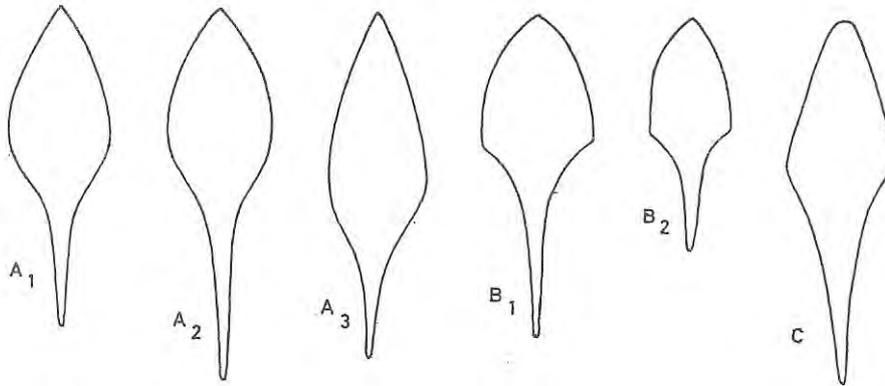


Figura 1. Tipología de puntas de Palmela según Delibes de Castro.

El tipo C es el más singular, puesto que el pedúnculo pasa a ser casi una lengüeta, dando a la punta una forma romboidal (Delibes 1977; 109-110).

El último aspecto a tratar es el de la funcionalidad. Éste es hoy quizás uno de los más controvertidos, puesto que hay diversidad de opiniones entre los investigadores. Sin embargo, la más generalizada es la que de nuevo Delibes marcó en 1977. Él las define como puntas de proyectil, pero el excesivo peso de estas puntas no permitiría utilizarlas como puntas de flecha, sino más bien como puntas de lanza o jabalina de poca envergadura (Delibes 1977; 109). Se han realizado recientes estudios de arqueología experimental contemplando esta posibilidad, dando resultados satisfactorios en todos los casos (Gutiérrez Sáez *et al.* 2010). Sin embargo, otros autores apuntan a estas piezas como elementos de corte. En cualquier caso, el objetivo de este trabajo no alcanza ese ámbito, por lo que no entraremos en él.

EXPERIENCIAS

Nuestras experiencias se van a basar en la producción de puntas de Palmela, realizando un total de once piezas. Seis de ellas fueron fabricadas como proceso de aprendizaje, en el que se intentaron subsanar los errores que se cometían durante la elaboración. Las otras cinco fueron realizadas ya con destreza suficiente, por lo que serán el objeto de nuestro estudio.

El objetivo de dichas experiencias es la dificultad o facilidad para la obtención de palmelas atendiendo a distintos parámetros tales como pérdida de material, inversión de tiempo en la realización y la forma final que presentan las piezas. Para ello estableceremos medidas en tamaño, peso y tiempo.

METODOLOGÍA

EL PROCESO METALÚRGICO

Uno de los aspectos más importantes a los que hay que atender en primer lugar es el de la composición del metal. No se ha realizado hasta día de hoy un análisis exhaustivo de la composición metálica de las palmelas, lo que sin duda es algo a tener en cuenta para posibles líneas de investigación futuras. En nuestro trabajo éste es un aspecto menor, puesto que no tenemos medios ni capacidad para realizar dichos análisis.

Centrándonos en la meseta central de la Península, se han analizado unas 109 piezas (Garrido-Pena 2000; 174), 87 de ellas centradas en la comunidad de Castilla y León. En estos análisis se ha observado que más del 75% de las puntas analizadas están compuestas únicamente por cobre puro, mientras que el resto se trata de cobre arsenicado, no superando en demasía el 2% de arsénico (Herrán Martínez 2008; 247-248).

Ante estas circunstancias, en nuestro trabajo decidimos trabajar sobre eslabones triangulares recortados de una plancha industrial de cobre puro de 4 mm de grosor. Sólo el casonúmero 5 es diferente; se trata de una varilla de sección circular de 5.5 mm de grosor.

Por otra parte, otro de los aspectos a los que debemos atender es el de la producción.

En los inicios de la metalurgia se puede observar una escasa habilidad en cuanto a la fundición y fabricación de piezas, algo que se puede ver con posterioridad en el Campaniforme, siendo de importancia una generalización del batido en frío y quizás algún recocido para la mejora de las capacidades mecánicas de la materia (Fernández Manzano y Montero Ruiz 1997). También se puede sustituir la lámina metálica sobre la que se trabaja por una pieza ya desechada para su reparación (Káiser 2003; 74).

En este caso, nos hemos decantado por el batido en frío sin realizar ningún tipo de recocido, dado que ésta técnica sería seguramente la más común y la más antigua. Para ello se han utilizado como catalizadores un martillo de hierro sobre yunque de acero, dado que la dificultad de falta de tiempo no nos permitía realizarlo con martillo y yunque de piedra.

APRENDIZAJE

El primer paso a realizar en nuestro experimento era la obtención de una cierta destreza para la realización de palmelas de la manera más fiable posible, por lo que primeramente se estableció un “proceso de aprendizaje” en el que documentamos una serie de errores que se fueron subsanando a medida que avanzaba el experimento.

Las primeras eran piezas realizadas en las que únicamente se buscaba la obtención de la forma, sobre eslabones irregulares de cobre puro; como resultado obtuvimos dos piezas de igual grosor en todo el cuerpo, algo que no correspondía con las piezas arqueológicas halladas hasta el momento, aunque la forma resultante era muy próxima a ellas.

A continuación, y desde el punto de vista de la persona inexperta, el objetivo que marcamos fue estirar el cobre todo lo posible a partir de eslabones de mismo tamaño, forma y peso. Sin embargo, en tales casos la nervadura central desaparecía casi en su totalidad y el pedúnculo quedaba demasiado esbelto y débil.

Ante esto, centramos nuestros esfuerzos en el mantenimiento de una nervadura central bien marcada y un pedúnculo más grueso y resistente, aunque en este último caso nos encontramos con un inconveniente en el que hasta ahora no se había reparado: la forma inicial cumplía todos los requisitos marcados hasta ahora, pero el eslabón tenía el extremo superior ligeramente oblicuo con respecto al eje longitudinal de la pieza, por lo que el resultado fue un estiramiento mayor de un lado con respecto a otro, por lo que la punta resultó tremendamente irregular y difícil de rematar.



Figura 2. Puntas realizadas en el proceso de aprendizaje.

Durante todo este proceso se establecieron una serie de normas que mantuvimos en el resto de piezas posteriores:

1. La forma de los eslabones a partir de los cuales se realizarán las palmelas han de mantener una forma lo más regular posible.
2. Por encima de la forma, que finalmente siempre se conseguirá en mayor o menor medida, es vital mantener un pedúnculo lo suficientemente grueso y fuerte como para soportar su utilización una vez enmangado, ya que el cobre es un material muy dúctil y puede doblarse con facilidad.
3. La nervadura central es un elemento muy importante, ya que según se mantenga regular o irregularmente, el cobre se estirará de manera uniforme o no, dando como resultado una correcta dirección del pedúnculo, una forma ovalada más regular o una punta similar a las piezas arqueológicas. Además, este elemento es determinante para la resistencia ante rotura o doblado de la pieza, por lo que se debía mantener en todo momento (Káiser 2003; 78).

PIEZAS FINALES

Como ya hemos visto, los eslabones extraídos de la plancha metálica fueron cortados en principio con la intención de establecer unas medidas en peso y tamaño comunes para todos (40 x 10 mm), pero a la hora de realizar los cortes resultó imposible hacerlo de manera exacta, presentando pequeñas variaciones que podemos ver en la siguiente tabla. El número 5 corresponde a la única varilla que tenemos, y las casillas anchura y grosor están combinadas ya que se trata de una pieza de sección circular.

Eslabón/varilla	Longitud máxima (mm)	Anchura máxima (mm)	Grosor (mm)	Peso (gr)
1	45.6	9.8	4	9
2	41	10.5	4	7
3	44.1	9	4	8
4	43.1	10.1	4	7
5	59.1	5.5		14

Figura 3. Medidas y pesos iniciales de los soportes utilizados.

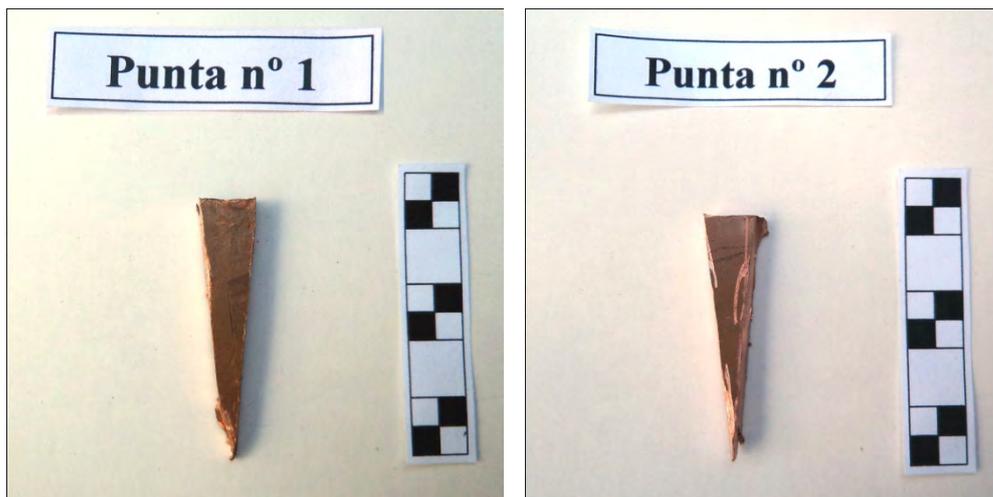


Figura 4. Algunos de los eslabones utilizados en las experiencias.

En cuanto a la técnica para la realización de nuestras piezas, hemos establecido dos formas de trabajo diferentes, representadas en dos eslabones cada una de ellas. Esto se ha realizado con la intención de observar una diferenciación mecánica en el proceso metalúrgico con vistas a una comparación entre ellas. En las dos técnicas se ha intentado en la medida de lo posible conservar una morfología ovalada, con pedúnculo grueso y resistente y una nervadura central bien marcada.

Así, en los ejemplares 1 y 2 se ha realizado un batido desde la punta hacia el pedúnculo, eliminando los vértices superiores para la obtención de una forma más o menos parecida a un punzón e intentar realizar el trabajo desde ahí.



De esta manera la fabricación de las puntas ha sido muy sencilla, pudiendo realizar una pieza completa en apenas 45 minutos, y dejando una pieza de morfología bastante exacta. En ambos casos, la pérdida de material es nula o mínima, con un peso exacto al inicio y al final de la producción.

Durante el batido con esta técnica también podemos observar una serie de inconvenientes, tales como una mayor dificultad y riesgo a la hora de trabajar, puesto que la superficie sobre la que trabajar es menor (la pieza pierde anchura máxima con motivo del remate de los vértices superiores).

Figura 5. Muestra de remate de los vértices superiores.

También es inconveniente la presencia continua de una pequeña muesca que se puede percibir en la punta, puesto que las aristas superiores se doblaron hacia el interior y formaron un pequeño hueco difícil de subsanar en ambas piezas.



Figura 6. Puntas realizadas con técnica de batido desde la punta. En la punta número 2 se puede ver la muesca producida en la punta.

En el caso de los eslabones 3 y 4, el batido se ha iniciado en el pedúnculo y se ha intentado estirar lo máximo posible el cobre hacia la punta, lo que, como en el caso anterior, presenta una serie de ventajas e inconvenientes.

Entre las primeras, podemos ver que a la hora de realizar el martilleo, la mayor anchura de los eslabones (conservan en todo momento su anchura máxima) permite una mayor facilidad y fluidez de trabajo, haciéndolo más cómodo y seguro.

El pedúnculo se conserva en todo momento definido y con la morfología deseada, por lo que no hay prácticamente necesidad de trabajar sobre él, lo que permite centrarse en la hoja casi con exclusividad. Gracias a esta posibilidad, la nervadura central se puede conservar muy fácilmente, siendo este un aspecto común a ambas técnicas de batido.

Sin embargo también presenta una serie de desventajas.

Podemos ver que el extremo superior plano se va cerrando por sí mismo a medida que se trabaja, lo que supone una dificultad muy grande a la hora de dar forma final a la punta. La única solución a ello es de cortar los extremos superiores para dar a la pieza la forma deseada. En este caso, la pérdida de material es enorme, aunque bien es cierto que este material pudiera ser reutilizado con posterioridad en fundición. Sin embargo, el hecho de verse en la necesidad de recortar material permite la posibilidad de dar forma en cualquier momento, ya que, aunque la prioridad sea conservar todo el material posible, en ésta técnica pierde importancia; desde un principio se sabe que se va a perder cobre, lo que permite una cierta libertad a la hora de recortar y dar una forma final.



Figura 7. Muestra de los recortes realizados para conseguir la forma de Palmela.

Otro de los mayores inconvenientes es la dificultad para llegar a una forma ovalada en las piezas. Para esto nos hemos visto obligados a doblar sobre sí mismo varias veces el metal, produciendo unas escamas que se van desprendiendo con el batido. Además, la realización de este trabajo provoca una tremenda debilidad en los bordes, lo que hace que se doblen con muchísima facilidad. Este esquirlado o escamado contribuye a la pérdida de material.



Figura 8. Muestra del borde superior y las escamas producidas durante el batido del metal.

Con todo lo expuesto, el esfuerzo es muy superior en comparación a la técnica anterior, con un tiempo invertido de entre una y media y dos horas.

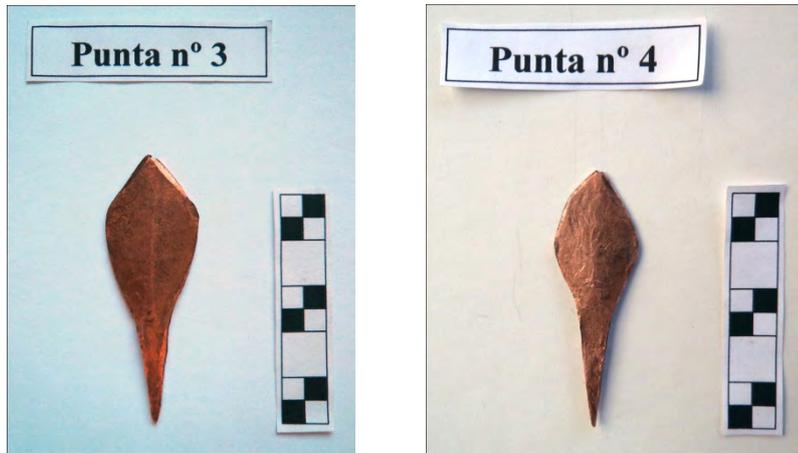


Figura 9. Puntas realizadas con técnica de batido desde el pedúnculo.

A modo de resumen, las siguientes cuadros presentan, por un lado, las medidas y pesos finales de las piezas arriba descritas; por otro, comparan las ventajas y desventajas de ambas técnicas, atendiendo al tiempo invertido, obtención de forma, conservación de material, etc.

Punta	Longitud máxima (mm)	Anchura máxima (mm)	Grosor pedúnculo (mm)	Grosor hoja (mm)	Peso (gr)
1	64	17.5	2	2	9
2	58	19	2	2	7
3	58	20	2	1.5	7
4	54	17	2	1.5	6

Figura 10. Medidas y pesos finales de las puntas producidas.

	Tiempo (min)	Forma final	Pérdida de material (gr)	Resistencia pedúnculo/bordes	Funcionalidad
Forja desde la punta	45-60	Pedúnculo largo y estrecho, nervadura central muy bien marcada y forma ovalada. La punta es difícil de obtener a causa de una muesca producida por el proceso de forja.	Mínima o nula	El pedúnculo es grueso y estilizado, lo que permite un empuñe mucho mejor y una buena resistencia al uso. Los bordes presentan una buena resistencia, puesto que no se han mantenido intactos en todo el proceso de producción.	La funcionalidad de la hoja es muy buena, gruesa, resistente y con forma uniforme. Sin embargo no está excesivamente apuntada.
Forja desde el pedúnculo	90-120	Pedúnculo corto y ancho, nervadura central marcada y forma romboidal. La punta está muy bien definida a causa del recorte de material.	Cerca de 1gr por pieza	El pedúnculo es corto, grueso y ancho, lo que permite un buen empuñe y resistencia al uso. Los bordes débiles por dobleces han sido eliminados al cortar material, pero quedan parte en algunas zonas bajas y medias de la hoja.	Funcionalidad muy buena, hoja ancha y resistente, aunque con puntos débiles en los bordes. Sin embargo, la punta es muy buena y puede clavarse con facilidad.

Figura 11. Cuadro comparativo entre las dos técnicas utilizadas.

Como podemos ver, nuestras palmelas han alcanzado unas medidas que encajan perfectamente dentro de la clasificación realizada por Hernando Grande. Dentro de su clasificación, las nuestras encajarían dentro de la variedad de cortas y estrechas (de 50 a 80 mm de largo y de 10 a 24 mm de ancho). El tamaño de las puntas de Palmela es algo tremendamente variable. Podemos encontrar una larga tipología de tamaños, aunque bien es cierto que cada autor establece su propia tabla a partir de las piezas de las que dispone. Nosotros, por similitud en las medidas, nos hemos ceñido al presentado anteriormente (Hernando Grande 1992; 120-121).

Los pesos y grosores también es algo muy variable, por lo que en nuestro trabajo lo hemos tenido en cuenta únicamente en cuanto a pérdida o no de material metálico. Según Garrido Pena, tenemos muy poca información, pero de las tan sólo 20 piezas estudiadas, los pesos variarían entre los 31.8 gr y los 5.63 gr de la más pequeña (2000; 175), por lo que, de nuevo, nuestras puntas están dentro de los parámetros conocidos.

Atendiendo a la tipología de Delibes, podemos establecer que nuestras puntas se encuadran dentro las formas A.

UN CASO SINGULAR

Pasemos ahora a analizar la última pieza que quedaba fuera del estudio anterior.

El número cinco es un caso aislado, ya que se presenta únicamente como alternativa de soporte inicial. Hasta ahora una de las dificultades que ha presentado nuestro trabajo, en todos los casos, es la obtención de una forma ovalada apuntada. Esto se debe al soporte que hemos elegido común a todas ellas: eslabón triangular con un extremo recto. Visto lo anterior, podemos plantear ya la teoría de que nuestra palmela dependerá mucho de la forma y tamaño del soporte desde el que sea fabricada.

Para poder confirmar esta teoría, decidimos realizar una punta a partir de un soporte mucho más regular, como puede ser una varilla de sección circular. Para la realización de una palmela a partir de este soporte, el primer paso era deformar la pieza hasta darle una forma de sección rectangular con los extremos apuntados a modo de punzón. El siguiente paso era una delimitación de hoja y pedicelo, por lo que se llevó a cabo un estrangulamiento a media altura de la varilla.

Como en los casos tres y cuatro, el martilleo se llevó a cabo desde el pedúnculo, ya que no era necesario rematar los vértices superiores intentando mantener en todo momento una nervadura central bien marcada, lo que era muy complicado dada la poca anchura de la pieza.

Este soporte presenta una serie de ventajas y desventajas que pasamos a describir a continuación.

Entre las ventajas principales encontramos un pedúnculo mayor en relación pedicelo-hoja; su grosor es el máximo conseguido hasta ahora, aunque se debe a que el soporte tenía un mayor grosor que los demás. Con todo, el pedúnculo conseguido es el mejor de los extraídos hasta ahora, tanto por longitud como por grosor y resistencia, lo que lo hace muy funcional a la hora del enmague. La longitud de la varilla permite una mayor fluidez a la hora de trabajar con ella; se puede sujetar muy fácilmente y refleja menos el golpe en los dedos al sostenerla. Esto permite que el trabajo sea más sencillo y más rápido. Además, esta misma longitud facilita una proyección y desarrollo de la pieza desde un primer momento, cosa que no se mantiene en el resto de los casos.

Sin embargo presenta muchos más problemas que ventajas.

En cuestión de trabajo, el mayor grosor de la varilla requiere un mayor esfuerzo que con las demás. Además, al tratarse de una pieza tan larga y estrecha se comba a la hora del martilleo, es decir, se va deformando a medida que se trabaja con ella, por lo que es necesario corregir continuamente la dirección de la misma. En el caso de las demás la corrección era mínima o nula, ya que al estirar el metal en piezas de menor longitud este error se iba corrigiendo por sí sólo.

Figura 12. Intento de punta realizado a partir de la varilla.



En piezas tan largas y con un grosor y ancho uniformes, no es posible estirar el cobre hasta conseguir una relación longitud-anchura suficiente para conseguir la forma ovalada de las palmelas. Por tanto, el grosor de esta pieza no es válido para la producción de una pieza, al menos con la longitud que presenta. Sí sería válido, quizás, para piezas de menor tamaño, las más pequeñas documentadas, pero claramente es de vital importancia una relación exponencial anchura-longitud, es decir, para producir puntas de cierta longitud deben tener de inicio un mínimo de anchura.

En resumen, la forma de punta de Palmela, contra todo pronóstico, no se ha conseguido en absoluto a partir de este soporte, que quizás sí hubiera sido válido de ser más corta.

AFILADO DE LAS PIEZAS

Hemos podido ver que en numerosas publicaciones aparecen las piezas con un cierto biselado en los bordes. De hecho, la tipología de Delibes ya nos habla en su tipo A, que la pieza lleva los bordes biselados por ambas caras.

Durante la producción de nuestras piezas, el cobre iba adquiriendo una sección ovalada en los bordes pero en ningún caso se producía un bisel en los mismos.

Ante este hecho, decidimos hacer una experiencia de afilado en una pieza de cada modo de producción, concretamente las piezas 2 y 4.

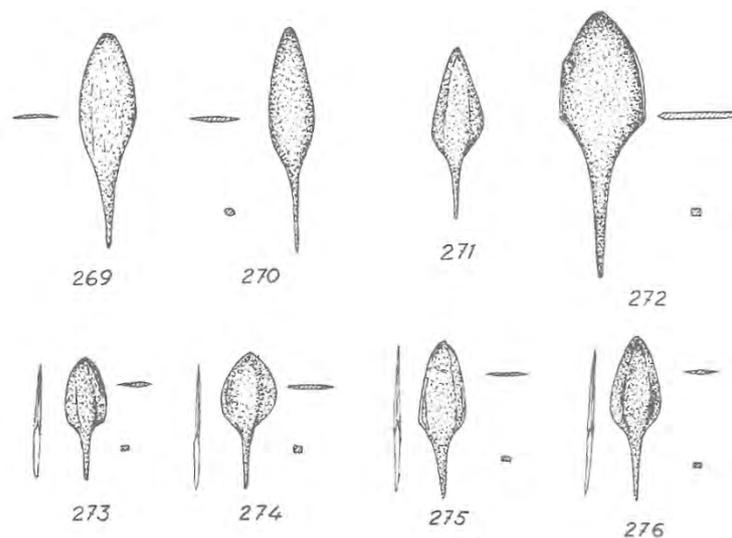


Figura 13. Algunos ejemplos de palmelas con biselado, especialmente visible en la pieza 272 (Hernando Grande 1992).

Para la realización de este afilado hemos utilizado en primer lugar una piedra arenisca de grano grueso, que abrasionara de manera rápida la pieza y después una de grano más fino para pulimentar y afinar más el borde.



Figura 14. Piedras areniscas de grano grueso (izq) y fino (drcha).

El resultado de esta experiencia ha sido un doble bisel en el borde, llegando a convertirlo en un borde lo suficientemente afilado como para cortar un papel. Sin embargo, la desventaja del cobre es que, por su ductilidad, el borde afilado es demasiado blando y se pierde al realizar pocos cortes sobre superficies duras. A pesar de ello, no se descarta la posibilidad de utilización para el trabajo sobre materiales más blandos, como, por ejemplo, a la hora de desollar un animal.

Además, gracias a la acción de abrasiones sobre los bordes hemos podido observar que los posibles errores de forma de la pieza se pueden corregir con bastante facilidad, ya que en poco tiempo se puede modificar el contorno de la punta.

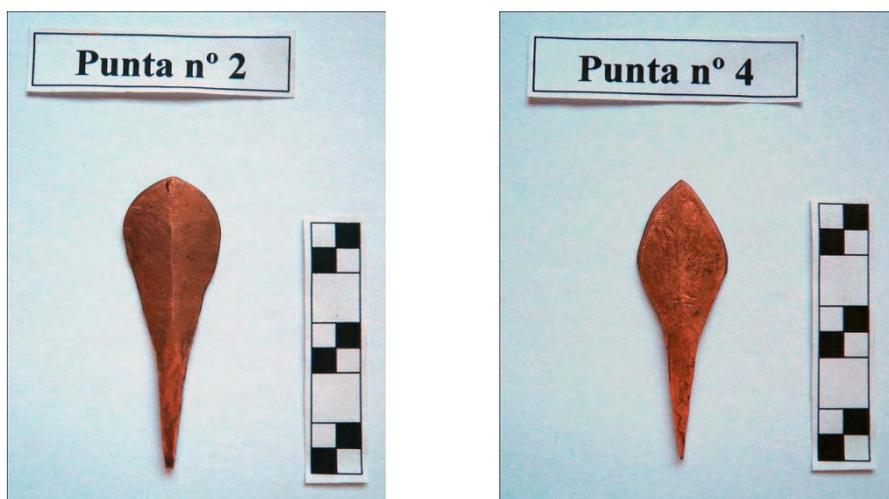


Figura 15. Puntas 2 y 4 ya afiladas.

CONCLUSIONES Y LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN FUTURAS

Hasta ahora el proceso de producción de las puntas de Palmela es algo que no ha sido estudiado en profundidad. Por desgracia, no contábamos ni con el tiempo ni los medios necesarios para hacer un análisis exhaustivo de todo lo referente a este asunto, pero hemos podido establecer una serie de conclusiones que pueden arrojar algo de luz sobre un tema tan poco conocido.

En primer lugar, el batido en frío es una técnica perfectamente viable para la obtención de este tipo de puntas, en principio independientemente del tipo de soporte, aunque eso puede ser objeto de un estudio posterior más elaborado. Sería interesante analizar las trazas presentes en las piezas arqueológicas encontradas y compararlas con piezas producidas en la actualidad, para poder determinar de esta manera si dichas piezas fueron realizadas por batido en frío o alguna otra técnica.

Nuestras piezas de inicio presentaban la dificultad de una forma geométrica rectilínea, en la que el borde superior, perpendicular al eje central de la pieza y los vértices que lo conformaban dificultaban la realización, al menos en parte, de la punta de las palmelas. Sin embargo, hemos visto que esto no es un problema tan grave ya que se puede subsanar fácilmente recortando o modificando la morfología de la pieza desde un principio.

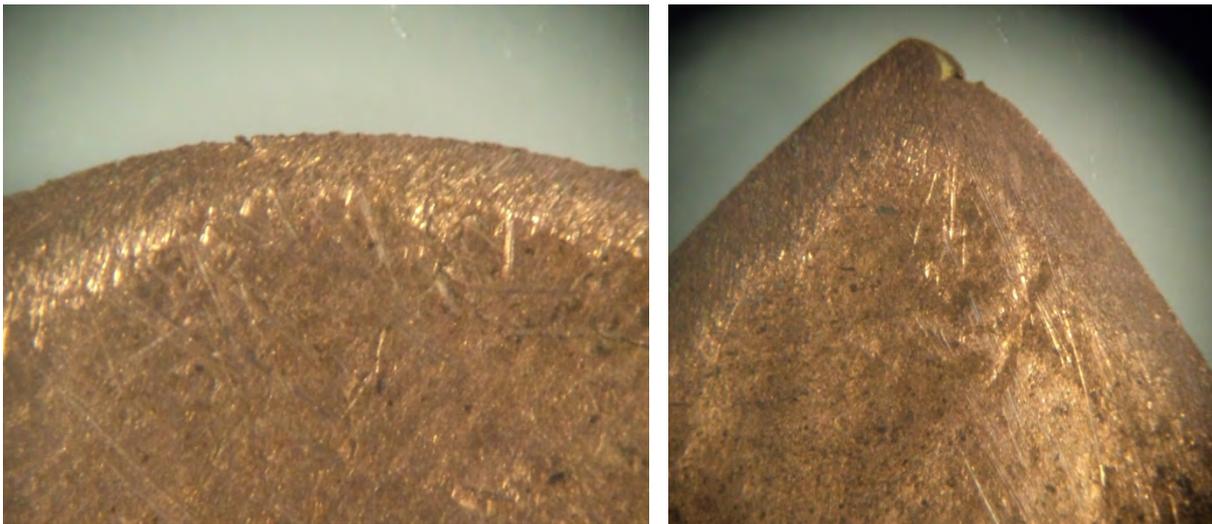


Figura 16. Detalle de los biseles realizados realizado a 8x.

Por otra parte, la realización desde una varilla tan estrecha y larga ha demostrado que no es posible realizar una punta desde cualquier tipo de soporte, sino que este debe cumplir una serie de condiciones, llegando a una clara conclusión; para la obtención de una palmela, el soporte inicial debe ser más o menos regular, con una buena relación longitud-anchura, independientemente del grosor, que como ya vimos no es determinante a la hora de realizar las piezas (a mayor grosor no necesariamente mejor pieza), y preferiblemente con los extremos ya apuntados. Sin embargo, la técnica de obtención de estos soportes es desconocida para nosotros, aunque no se puede descartar el propio batido en frío a partir de piezas en bruto.

Gracias a estas experiencias podemos reconocer, en adelante, errores a la hora de la producción de puntas, ya que hemos podido documentar todos los pasos de aprendizaje y

el proceso de transformación de una punta con los efectos mecánicos que se producen a lo largo del mismo.

En cuanto al biselado observado en algunas palmelas (Hernando Grande, 1992), hemos podido ver que no se producen con un proceso mecánico de batido, sino que necesariamente ha de producirse mediante efecto de un elemento abrasivo, es decir, buscan el afilado de las piezas, al menos en buena parte de ellas. Esto enlaza con la idea anterior, de realizar estudios de traceología en busca de signos de acción de abrasivos en los bordes y compararlos con piezas actuales.

Esta idea también nos entronca con el tema más polémico de las puntas de Palmela: la funcionalidad. Si bien es cierto que éste no era el objetivo de nuestro trabajo, gracias a él hemos comprobado que estas piezas son perfectamente capaces de alcanzar distintas morfologías a partir de un mismo soporte, y que sin invertir demasiado esfuerzo, en apenas 20 minutos de trabajo se puede conseguir un borde bien afilado, quizás no tanto como el de sílex, pero sí lo suficiente como para ser utilizado como elemento de corte. Por otro lado, según la técnica y la morfología alcanzada, las formas apuntadas pueden ser utilizadas como puntas de flecha o jabalina, aunque en ese caso el borde afilado pierde en parte su sentido. Sin embargo, estudios anteriores (Gutiérrez Sáez, 2010) han permitido conocer la efectividad de estas puntas como elementos proyectiles. Ahora bien, como en los ejemplos anteriores, esta es otra línea de investigación que queda abierta, puesto que en nuestro trabajo no se ha realizado ningún tipo de estudio al respecto.

Como conclusión final y a modo de resumen, nuestro trabajo ha demostrado que la técnica de batido en frío es probablemente la forma de producción de las palmelas más antiguas, teniendo en cuenta una serie de características que debe cumplir el soporte y con un proceso mecánico perfectamente reconocible en las piezas resultantes. Todas las características de las palmelas se ven representadas en nuestras puntas; un pedúnculo más o menos largo de sección rectangular, una nervadura central que se alarga hasta la punta y que da resistencia a la hoja, y una forma ovalada más o menos apuntada según qué técnica estemos utilizando. El único elemento no conseguido con el simple batido es el biselado de los bordes, pero una aplicación mínima de un abrasivo consigue afilarlas hasta darles ese bisel documentado (Delibes, 1977).

Este trabajo, como ya hemos visto, deja aún interrogantes abiertos, pero puede servir de punto de partida para líneas de investigación posteriores.

BIBLIOGRAFÍA

- DELIBES DE CASTRO, G., 1977: *El vaso campaniforme en la Meseta Norte española*. StudiaArchaeologica 46, Universidad de Valladolid, Valladolid.
- DELIBES DE CASTRO, G., MONTERO RUIZ, I. (coords.) 1999: *Las primeras etapas metalúrgicas en la Península Ibérica II. Estudios regionales*. Instituto Universitario Ortega y Gasset, Ministerio de Cultura, Madrid.
- FERNÁNDEZ MANZANO, J., MONTERO RUIZ, I. 1997: “Las armas durante el Calcolítico y la Edad del Bronce” en *La guerra en la antigüedad. Una aproximación al origen de los ejércitos en Hispania*. Ministerio de Defensa, Madrid. 109-122.

- GARRIDO-PENA, R. 2000: *El Campaniforme en La Meseta Central de la Península Ibérica (c. 2500-2000a.C.)*. British Archaeological Reports International Series 892. Archaeopress. Oxford.
- GUTIÉRREZ SÁEZ, C. 2010: “Puntas de Palmela: procesos tecnológicos y experimentación” en *Trabajos de Prehistoria* 67, nº 2. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid. 405-418.
- HERNANDO GRANDE, A. 1992: *Materiales metálicos de la edad del Bronce en la Meseta: Armas*. Cuadernos de la UNED. Madrid.
- HERRÁN MARTÍNEZ, J. I. 2008: *Arqueometalurgia de la edad del bronce en Castilla y León*. Studia Archaeologica 95, Universidad de Valladolid, Valladolid.
- KÁISER, J. M. 2003: “Puntas de flecha de la Edad del Bronce en la Península Ibérica. Producción, circulación y cronología” en *Complutum*. Vol. 14, Universidad Complutense de Madrid, Madrid. 73-106.
- MUÑOZ ALIMIBIA, A. M. 1999: “El sustrato de la Edad de Bronce y su proceso evolutivo”, en *Anales de Prehistoria y Arqueología*, nº 15, Universidad de Murcia, Murcia. 7-14.
- PÉREZ RODRÍGUEZ, F. J., FERNÁNDEZ JIMÉNEZ, J. M. 1990: “Tres nuevas puntas de tipo Palmela del norte de la provincia de Palencia”, en *Publicaciones de la Institución Tello Téllez de Meneses*, nº 61, Institución Tello Téllez de Meneses, Palencia. 79-90.
- ROVIRA, S., GÓMEZ RAMOS, P. 1998: “Metalurgia calcolítica en Carmona”, en *SPAL*, nº 7, Universidad de Sevilla, Sevilla. 69-79.

DE LA INVESTIGACIÓN A LA DIFUSIÓN: LA EXPERIMENTACIÓN COMO RECURSO DIDÁCTICO EN LA ELABORACIÓN DE MODELOS DE DIVULGACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO.

Diego Martín Puig¹⁵
Felipe Cuartero Monteagudo¹⁶
Daniel Rubio Gil¹⁷
Daniel Sanmartí Esteban¹⁸

Resumen: La Didáctica que aborda aspectos arqueológicos, se ha revelado como una de las mejores herramientas para la comprensión del pasado, siendo en la actualidad un complemento imprescindible en museos, exposiciones temporales y puestas en valor de yacimientos arqueológicos. Ofreciendo este tipo de recursos didácticos a la sociedad, se favorece la identificación y el respeto hacia el Patrimonio, de una forma comprensible y amena.

Palabras clave: Didáctica, Patrimonio, Difusión, Arqueología Experimental, Réplica arqueológica.

Summary: The didactic covering archeological aspects has become a powerful tool toward our understanding of the Past. Nowadays didactic has turned out to be a mandatory element, in museums, temporal exhibits and archeological sites. Offering this kind of educational resources to society we are promoting the knowledge and respect to heritage in a comprehensible and enjoyable way. **Keywords:** Didactic, Heritage, Spreading, Experimental Archeology, Archeological Replica. Arqueodidat

INTRODUCCIÓN

Las investigaciones en Arqueología Experimental se han convertido en un elemento esencial para contrastar hipótesis de procesos de fabricación o utilización de distintos objetos que aparecen en el registro arqueológico. No es nuestra intención abordar aquí esta disciplina, sino comentar las posibilidades didácticas que aporta al campo de la difusión del Patrimonio Arqueológico.

Numerosos equipos en nuestro Estado, pero sobre todo en el extranjero llevan décadas trabajando en la difusión del Patrimonio y utilizan su formación en Arqueología Experimental para transmitir la información. Presentamos aquí nuestro planteamiento didáctico que pretende convertir a la Arqueología Experimental en una herramienta esencial de divulgación y puesta en valor del Patrimonio Arqueológico.

¹⁵Arqueodidat. Email: info@arqueodidat.es Web: www.arqueodidat.es

¹⁶Arqueodidat. / Universidad Autónoma de Madrid.

¹⁷Arqueodidat. / Universidad Autónoma de Madrid.

¹⁸Arqueodidat.

DE LA INVESTIGACIÓN A LA DIFUSIÓN

Arqueodidat surgió como un proyecto didáctico realizado por un equipo de profesionales de la Arqueología Experimental, con una amplia experiencia científica y divulgativa, formados en el Laboratorio de Arqueología Experimental de la Universidad Autónoma de Madrid.

Nuestro objetivo era transmitir una idea de historia que no solo se viera, sino que también se tocara, se recreara y se sintiera, siendo la intención última convertir al participante en el actor de su propio aprendizaje. Por esta razón nos pareció fundamental ofrecer una serie de actividades que aproximaran de forma práctica, a la población escolar y al público en general, los materiales arqueológicos, su uso y producción, así como sus implicaciones en el modo de vida de las poblaciones del pasado.

Hoy Arqueodidat es una empresa joven pero con un futuro prometedor que realiza actividades y recursos didácticos para museos, centros de interpretación, universidades y centros educativos.

PLANTEAMIENTO DIDÁCTICO

El planteamiento didáctico que nos caracteriza es la aproximación al pasado desde un punto de vista práctico, empírico, desde la Arqueología Experimental, que permite aprehender la realidad del objeto arqueológico desde las técnicas de su elaboración y uso, pretendiendo que el participante se acerque a los materiales arqueológicos de una manera más próxima y didáctica.



Figura 1. Recreación de sociedades neolíticas

Se caracteriza por tres aspectos:

- Por un lado, se **implica** al participante no sólo en la actividad sino también en la charla introductoria, haciéndole partícipe de los contenidos y estableciendo un diálogo de reflexión sobre el tema.
- Por otro lado, en la actividad siempre se realiza una serie de tareas que tienen como objetivo principal **recrear un objeto arqueológico** y aquellos procesos implícitos en el mismo. El participante se lleva dicha réplica, que entre otras cosas sirve como refuerzo positivo a lo aprendido.
- Para la realización de tales objetos, siempre se ponen en juego diferentes réplicas y materiales que reproducen de manera fiel la interacción de procesos y materiales, permitiendo de este modo comprender la funcionalidad de los diversos objetos que normalmente se exponen en un museo y que son la principal fuente de información en Arqueología

Además, el discurso que se realiza siempre está dotado de una serie de contenidos actitudinales, que pretenden formar una visión crítica y reflexiva, a la par que concienciada por el respeto al Patrimonio Histórico, Arqueológico y Cultural.

Como ya se ha comentado anteriormente, una de las técnicas pedagógicas seguidas es la de implicar de forma activa al visitante/participante mediante un dialogo fluido de preguntas y respuestas, más allá del discurso lineal de tipo magistral. Mediante esta especie de mayéutica, el participante no es un mero receptor pasivo, sino que se implica con sus opiniones y se siente parte activa del proceso creador cultural, y en última instancia de *su* Patrimonio.



Figura 2. Dinamización de yacimiento a través de talleres didácticos.

Las características y necesidades de cada grupo pueden resultar muy diversas en función de la edad y aptitudes, por lo que planteamos diferentes variaciones en el discurso que permiten adaptar tanto los contenidos como la forma de transmitirlos:

Participantes de 4 a 6 años: percepción sensorial. Familiarización con las propiedades táctiles, visuales, sonoras y olfativas asociadas a los materiales didácticos, contenidos para el aprendizaje de denominación de distintos objetos y materiales.

Participantes de 6 a 10 años: consolidación de conceptos básicos de humanidades y biología; desarrollo de la psicomotricidad.

Participantes de 10 a 16 años: participación en actividades ligadas a la fijación de nociones elementales sobre la Prehistoria, Edad Antigua y Época Medieval/ aprendizaje desde la multidisciplinariedad y el trabajo en equipo/ contenidos actitudinales ligados al respeto del Patrimonio.

Participantes a partir de 16 años: fomentar el pensamiento crítico/ ayudar a crear una actitud lógica, orientada a la investigación y el desarrollo propio de los medios y procedimientos para el aprendizaje/ contenidos actitudinales ligados al respeto del Patrimonio.

Otros: Igualmente ofrecemos contenidos específicos y discursos orientados en el caso de tratarse de grupos de participantes con minusvalías o grupos de integración.

LA REPLICACIÓN DE PIEZAS Y PROCESOS COMO HERRAMIENTA DIDÁCTICA

Nuestra amplia formación en el campo de la experimentación en Arqueología nos ha permitido adquirir un profundo conocimiento de la tecnología del pasado y confeccionar réplicas, realizadas con los mismos materiales y las mismas técnicas que en pasado y confeccionadas con gran exactitud. ¿Por qué contribuye a la conservación del Patrimonio?

Porque buena parte de la sociedad que actualmente se siente atraída hacia el Patrimonio lo hace desde una perspectiva coleccionista, en la que la conservación de los bienes arqueológicos puede correr peligro. El público necesita aprehender el objeto arqueológico en toda su dimensión sensorial, además de sentirse atraído por la propia posesión del objeto en muchos casos. El peligro que entraña este tipo de acercamiento hacia el Patrimonio se puede minimizar con un repertorio de réplicas arqueológicas de gran calidad:

- 1.- por un lado, las réplicas que se proporcionan pueden ser tocadas y apreciadas en una dimensión que sería inalcanzable para el caso de materiales arqueológicos;
- 2.- por otro lado, las réplicas realizadas por los propios asistentes a los cursos, sirve como elemento disuasorio para el expolio del objeto arqueológico.



Figura 3. Conjunto de réplicas de materiales de la Prehistoria Reciente.

El empleo de las réplicas a lo largo de charlas y talleres, así como las demostraciones prácticas de recreación de algunas tareas, como puede ser la talla lítica, permiten además aproximarse a la realidad arqueológica de una manera no solamente visual, sino también táctil y sonora.



Figura 4. Explicación a un participante en talleres de talla lítica.

En este sentido, las actividades de recreación arqueológica fidedigna son aptas para aquellos participantes con ciertas discapacidades, por ejemplo de tipo visual o auditivo, que de otra manera en una visita convencional a un museo pueden estar percibiendo sólo una pequeña parte del material expuesto, o incluso nada. Del mismo modo la posibilidad de tener en las manos réplicas de este tipo resulta altamente pedagógica para aquellos niños de menor edad en los que la percepción en sus múltiples dimensiones resulta fundamental para un buen aprendizaje.



Figura 5. Recreación de tumba campaniforme.

Por otra parte, el trabajo manual desarrollado en las actividades propuestas permite el desarrollo **psicomotriz**, tanto de los niños de menor edad como de aquellos visitantes con ciertas discapacidades, puesto que se ponen en práctica distintos tipos de gestos y técnicas de trabajo vinculados al desarrollo de la habilidad.

En cada una de las actividades, el participante emplea toda una serie de réplicas de útiles líticos, óseos o de diversos materiales con los que a su vez recrea los procesos y piezas objeto de la actividad.

DISCUSIÓN

Las leyes de protección del Patrimonio lo han convertido en un legado histórico, que ha de ser conservado para las generaciones futuras. La Arqueología es generadora constante de esta riqueza compartida por todos, pero no siempre es sencillo hacer visible estas novedades, o transmitirlos. Por esta razón la didáctica surgida de la Arqueología Experimental es una herramienta perfecta para aproximarse al pasado puesto que, desde nuestra experiencia, hemos podido comprobar como:

- Mejora la identificación y el respeto hacia el Patrimonio.
- Favorece la comprensión de la forma de vida, las técnicas para la elaboración de herramientas y la subsistencia de las sociedades que nos precedieron.
- Entiende la efectividad y la interrelación de muchas de las piezas arqueológicas, de otra forma descontextualizadas en la visión apilada de una vitrina.
- Adquiere la percepción de conjunto de todo el material arqueológico, desde la pieza de mayor representatividad, al menor resto lítico o cerámico de un yacimiento.

En este sentido nos parece crucial el papel que pueda llegar a jugar este tipo de didáctica en el momento en el que se apueste decididamente por ella. No solamente en cuanto al trabajo que queda por hacer para que la Sociedad de hoy en día se identifique con su Patrimonio, sino también por la necesidad de trabajar ya con las nuevas generaciones, no debemos olvidar que los jóvenes de hoy serán los gestores del futuro.

BIBLIOGRAFÍA

- BAENA, J. (1997): Arqueología Experimental: algo más que un juego. *Boletín de Arqueología Experimental* N^o 1: 4-5 Universidad Autónoma de Madrid.
- CONDE, C., QUERO, S., UCEDA, M., Y VELÁZQUEZ, R. (2003): Museo de San Isidro. Guía didáctica y talleres de Arqueología Experimental *in Cuadernos Madrileños*, Madrid.
- GONZÁLEZ MARCÉN, P. (coord.) (1996): *Arqueologia i ensenyament. Serie Treballs d'Arqueologia*, n^o 4.
- MARTÍN PUIG, D., CUARTERO MONTEAGUDO, F. (2008): Los talleres didácticos de Prehistoria y Arqueología Experimental del Museo de los Orígenes- Casa de San Isidro". En *Apuntes de Arqueología*, n^o XXIV.
- MAURY, S. ET RIEU J.-L. (1999) « Animation ou médiation ? Question d'objectif » *Nouvelles de l'archéologie*, n^o 77, pp. 38-42.
- MARTÍN PUIG, D., YAÑEZ SANTIAGO, G., QUERO CASTRO, S., SANMARTÍ ESTEBAN, D. CUARTERO MONTEAGUDO, F., RUBIO GIL, D., GUILLÉN ÁLVAREZ DE SOTOMAYOR A., (e.p): "Talleres de Arqueología del Castillo de la Alameda, un aprendizaje de futuro." *Actas de las séptimas jornadas de patrimonio arqueológico de la Comunidad de Madrid*
- VELÁZQUEZ, R., CONDE, C. Y BAENA, J. (2004): La Arqueología Experimental en el Museo de San Isidro. Talleres didácticos para escolares *en Estudios de Prehistoria y Arqueología Madrileñas*, n^o 13.