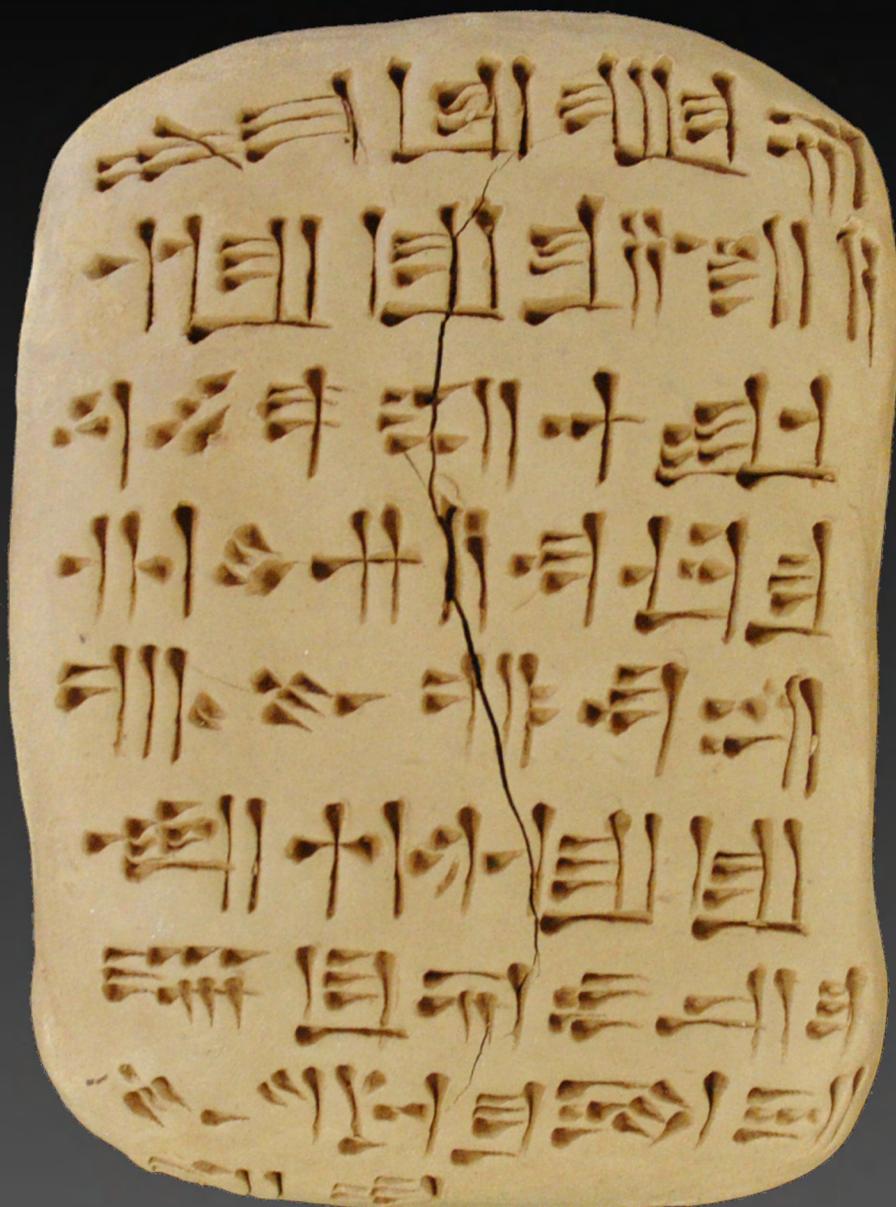


# ***Boletín de Arqueología 11*** ***Experimental*** **2016**



MINISTERIO DE ECONOMÍA Y COMPETITIVIDAD



FUNDACIÓN ESPAÑOLA PARA LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA



## **EDICIÓN**

Javier Baena Preysler

Guillermo Bustos Pérez

Concepción Torres Navas

## **COLABORADORES**

Laboratorio de Arqueología Experimental UAM

EXARC

EXPERIMENTA

Departamento de Prehistoria y Arqueología de la UAM.

Servicio de Publicaciones de la Universidad Autónoma de Madrid.

Facultad de Filosofía y Letras

Ciudad Universitaria Cantoblanco

28049 Madrid – Spain

[javier.baena@uam.es](mailto:javier.baena@uam.es)

ISSN: 2530-3554

<http://dx.doi.org/10.15366/baexuam2016.11>

## **FOTOGRAFÍA DE PORTADA**

Recreación de una tablilla cuneiforme realizada en el Laboratorio de Arqueología Experimental de la UAM por Elías López Romero para el trabajo *Proyecto de reproducción de una tablilla cuneiforme*. Autor de la fotografía: Guillermo Bustos Pérez. Octubre 2016.

## **CONDICIONES EDITORIALES**

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

Los originales deben entregarse en formato Word o compatible. La extensión aproximada de los trabajos oscila entre dos a 20 páginas, a doble espacio y letra estándar (Times New Roman o similar). Debe incluir Título, Autores, Filiación de los autores y su correo electrónico, Resumen en castellano e inglés, 4 palabras clave, en castellano e inglés. Las ilustraciones deben tener calidad suficiente y ocupar dos páginas como máximo. La bibliografía debe cumplir las normas que sigue el presente número.

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

Esta publicación se enmarca dentro del proyecto: “¿Cómo, quién y dónde?: variabilidad de comportamientos en la captación y transformación de los recursos líticos dentro de grupos neandertales. HAR2013-48784-C3-3-P”

## ÍNDICE

<b>ÍNDICE</b> .....	1
<i>¿Espátulas de hueso para descamar pescado?: una aproximación experimental</i> .....	3
Cristina Cabrera Taravillo	
<i>El escudo de piel con escotadura en «V» durante el Bronce Final Atlántico: elaboración y funcionalidad a través de la arqueología experimental</i> .....	22
Jorge del Reguero González	
<i>Acercándonos al mundo del tatuaje en la prehistoria: un caso experimental en torno a los tatuajes de Ötzi</i> .....	45
Lorena Garvin Arcos	
<i>Equipamiento artístico en la prehistoria: pinceles</i> .....	76
Marina González Fernández	
<i>Proceso de degradación de pintura postcocción</i> .....	96
Nuria Vázquez Alonso	
<i>Aproximación a la aplicación del proceso de Bougard sobre las cerámicas de Dolni Vestonice I</i> .....	110
Alejandro Zorrilla Almarza	
<i>Cocción cerámica asociada a la cultura “La Chimba”, Ecuador: comparación experimental de dos tipos de horno</i> .....	129
Mikel Villaverde; Tamia Viteri	
<i>Una propuesta didáctica: el tratamiento de pieles. Útiles, elaboración y difusión</i> .....	150
Guillermo Villanueva Alonso-Bernaola; Miguel Esteban Payno; Laura Fernández López	
<i>De la variable controlada al dato empírico: cuatro casos de control de variables en experimentos de tecnología lítica</i> .....	168
Felipe Cuartero Monteagudo; Manuel Alcaraz-Castaño; Javier Baena Preysler	
<i>Toma de medidas usando fotografías digitales. Repaso experimental a procedimientos existentes, posibles fuentes de error, reproductividad del método y usos potenciales</i>	189

Guillermo Bustos-Pérez

*To grip or not to grip: an experimental approach for understanding the use of prehensile areas in mousterian tools* ..... 200

Javier Baena Preysler; Concepción Torres Navas; Sara Pérez Díaz; Guillermo Bustos-Pérez; Francesca Romagnoli

# ¿ESPÁTULAS DE HUESO PARA DESCAMAR PESCADO?: UNA APROXIMACIÓN EXPERIMENTAL

Bone spatulas for scaling fish?: experimental approximation

Cristina Cabrera Taravillo<sup>1</sup>

*Fecha de recepción:* 11/07/2016

*Fecha de aceptación:* 04/10/2016

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo es generar, a través de la Arqueología Experimental, nuevas interpretaciones sobre las espátulas de hueso elaboradas durante el Paleolítico Superior. En la actualidad no existe un consenso sobre su utilidad, por lo que nuestra labor será aportar nuevos datos que relacionen este tipo de útiles con el procesado del pescado, más concretamente con su desescamado.

**Palabras clave:** *Espátulas óseas; Procesado de pescado; Paleolítico Superior; Arqueología Experimental.*

## ABSTRACT

The aim of this paper is to generate, through Experimental Archaeology, new interpretations of the bone spatulas developed during the Upper Paleolithic. Nowadays there is no agreement about its use, so our work will provide new information linking such useful tools with fish processing, specifically with scaling.

**Key words:** *Spatulas; Fish processing; Upper Paleolithic; Experimental Archaeology.*

## 1. INTRODUCCIÓN

La Arqueología Experimental es, en palabras de J. Baena (1997:3), “un modelo de contrastación de hipótesis a través de la experimentación que de forma rigurosa admita la validez, para fases de la Prehistoria, de un proceso técnico desarrollado en la actualidad”. Por tanto, para llevar a cabo una experimentación arqueológica, el investigador debe ir más allá de la mera reproducción de piezas arqueológicas y deberá plantear una hipótesis –es decir, realizarse una serie de preguntas básicas sobre una

---

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Madrid [cristina.cabrerat@estudiante.uam.es](mailto:cristina.cabrerat@estudiante.uam.es)

problemática– que permita establecer una cuestión de estudio y una metodología plausible.

Una vez que estos puntos han sido realizados, el investigador podrá comenzar su experimentación y valorar los resultados obtenidos de dicha práctica. Cabe también señalar, que dentro de la propia experimentación arqueológica existen diferentes métodos de estudio dependiendo de la problemática que queremos abordar –ya que no sería lo mismo reproducir una técnica, que estudiar la funcionalidad de objetos reproducidos u observar su utilidad. Al mismo tiempo, el investigador debe conocer las variables que quiere controlar en la experimentación y los límites que pueden presentarse a la hora de su realización ya que no se debe afirmar con rotundidad el modelo propuesto, pudiendo existir modelos alternativos con hipótesis paralelas también aceptables.

En el presente trabajo se ha decidido realizar una experimentación sobre un tipo de instrumento prehistórico característico del Paleolítico Superior (35.000-10.000 BP) y Epipaleolítico (10.000-5.000 BP) (Eiroa 2006: 205-220, 235-250): las espátulas óseas, realizadas habitualmente sobre costillas de fauna. El objetivo del proyecto es demostrar su posible funcionalidad durante la Prehistoria como desescamadores de pescado –atendiendo a la hipótesis planteada por Ignacio Clemente y otros autores (2002: 187-196; 2011: 153-159 y 2013: 67-73)–, elaborando espátulas sobre una misma materia prima orgánica pero cambiando su morfología para luego compararlas entre sí.

Más que un experimento como tal, podemos definir este proyecto como una aproximación experimental o experiencia a la posible funcionalidad de las espátulas de hueso prehistóricas en relación con el procesamiento del pescado debido a los recientes estudios llevados a cabo sobre esta propuesta, por lo que consideramos interesante abordar una experiencia alternativa que permita comprobar o restar validez a la hipótesis aquí planteada.

## **2. REGISTRO ARQUEOLÓGICO**

A. Leroi-Gourhan denominará a las espátulas óseas prehistóricas como “piezas de hueso, de forma generalmente alargada, terminadas con frecuencia en una parte más estrecha que forma un mango corto o un recorte en forma de cola de pez. Estando en general muy cuidadosamente pulidas y a menudo decoradas” (Piel-Desruisseaux 1989: 237). Otro aporte más nos los ofrecerá la tipología de industria ósea elaborada por I. Barandiarán Maestu (1967: 309-311) que ubicaría estos útiles dentro del grupo IX –“espátulas y otros”–, incluyendo una subcategoría dedicada a las espátulas con base en

cola de pez, centrándolos de forma generalizada en una cronología del Magdaleniense IV –según la cronología establecida por H. Breuil– pero que seguirán apareciendo en estratigrafías pertenecientes al Epipaleolítico.

Haciendo una breve síntesis, además de la cronología y descripción anteriormente comentadas, sus principales características son:

- ❖ Poseen diversidad formal y técnica. En su inmensa mayoría se tratan de piezas de hueso con un desarrollo longitudinal neto y de sección aplanada, con bordes levemente afilados –en ocasiones dentados–, de extremo distal redondeado y apareciendo decoradas o bien lisas. Pese a ello podemos encontrarnos con algunas excepciones de piezas con bordes no paralelos entre sí, bordes redondeados en sección e incluso espátulas de extremo no activo (González Sainz 1989: 242).
- ❖ La determinación de su soporte sería igualmente compleja. Pese a que la mitad de las espátulas arqueológicas examinadas han sido realizadas sobre costillas partidas longitudinalmente y pulidas –especialmente en su cara interna y en el extremo– podemos encontrarnos con casos de diáfisis de costilla recortadas longitudinalmente u otras diáfisis como las realizadas en metatarsos y metapodios de cérvidos (fig.1), así como recortes en omoplatos, más escasamente en astas o espátulas recortadas sobre huesos largos (Wenzel y Álvarez Fernández 2004). En algunos de estos casos de costilla o diáfisis recortadas longitudinalmente se ha mantenido el grosor del soporte inicial del extremo no activo, o incluso las epífisis, pudiendo estar reservado como asidero o mango (González Sainz 1989: 242).

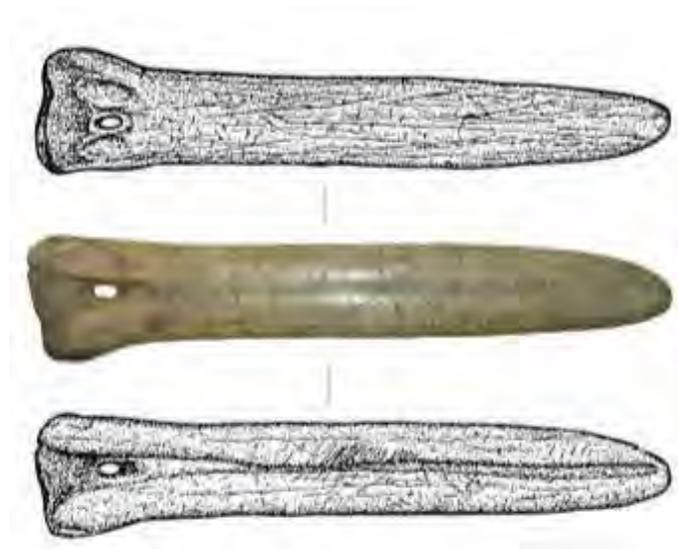


Figura 1. Espátula sobre metatarso de la Cueva de Abauntz (Navarra) y sus respectivos dibujos (según Utrilla et. al. 2013: 253).

- ❖ No existe un acuerdo en cuanto a su funcionalidad. Muchos autores han interpretado a estas piezas como colgantes, puñales, cinceles o útiles destinados al trabajo de la piel (recogidos por Wenzel y Álvarez Fernández 2004), siendo estos últimos los más aceptados por la comunidad científica. Pero los estigmas de uso son difíciles de interpretar en estos objetos, tan frágiles en su conservación, que son pocas las evidencias que nos permiten deducir su posible funcionalidad.

### 3. OBJETIVOS Y ANTECEDENTES EXPERIMENTALES

Nuestro interés radicaría principalmente en esta última cuestión, la de su funcionalidad, con un añadido más: la posible relación entre su utilidad y su decoración. Es por eso, por lo que queremos comprobar si algunas de dichas espátulas óseas –más concretamente las que presentan una morfología dentada– con decoraciones pisciformes, podrían estar dedicadas al procesamiento del pescado. Como hemos visto con anterioridad, los investigadores ya hacían una subdivisión determinada sobre espátulas con decoraciones de peces debido a su habitual presencia en el registro arqueológico (fig. 2). Un ejemplo de ello es el estudio de A. Leroi-Gourhan (1971) sobre una denominada “espátula de peces” –originaria de la cueva de Coucoulu (Calviac, Dordoña) (fig. 3)– donde concluyó que el aspecto lustroso del extremo distal complicaba la interpretación del uso efectivo como espátula o como cualquier otro útil empleado para la manipulación o fijación capilar o del vestido, incluso que el estrechamiento caudal podría permitir la suspensión.

Nuestra tarea consistirá en reproducir estas espátulas centrándonos en las más habituales halladas en el registro arqueológico, es decir aquellas de bordes romos, paralelos y sobre costilla como son las de El Pendo (fig. 2h) o Brassempouy (fig. 2p). Estas espátulas serán comparadas con útiles de bordes dentados, no tan comunes en estos contextos (fig. 4) y con ello poder responder a la hipótesis aquí planteada.

Además de poder contestar a esta duda a través de la Arqueología Experimental, nuestra idea se vio apoyada por los recientes estudios –tanto experimentales como de traceología– llevados a cabo por I. Clemente y otros autores sobre las huellas de uso presentes en estos y

otros instrumentos prehistóricos que habían podido ser utilizados para el procesamiento de pescado.

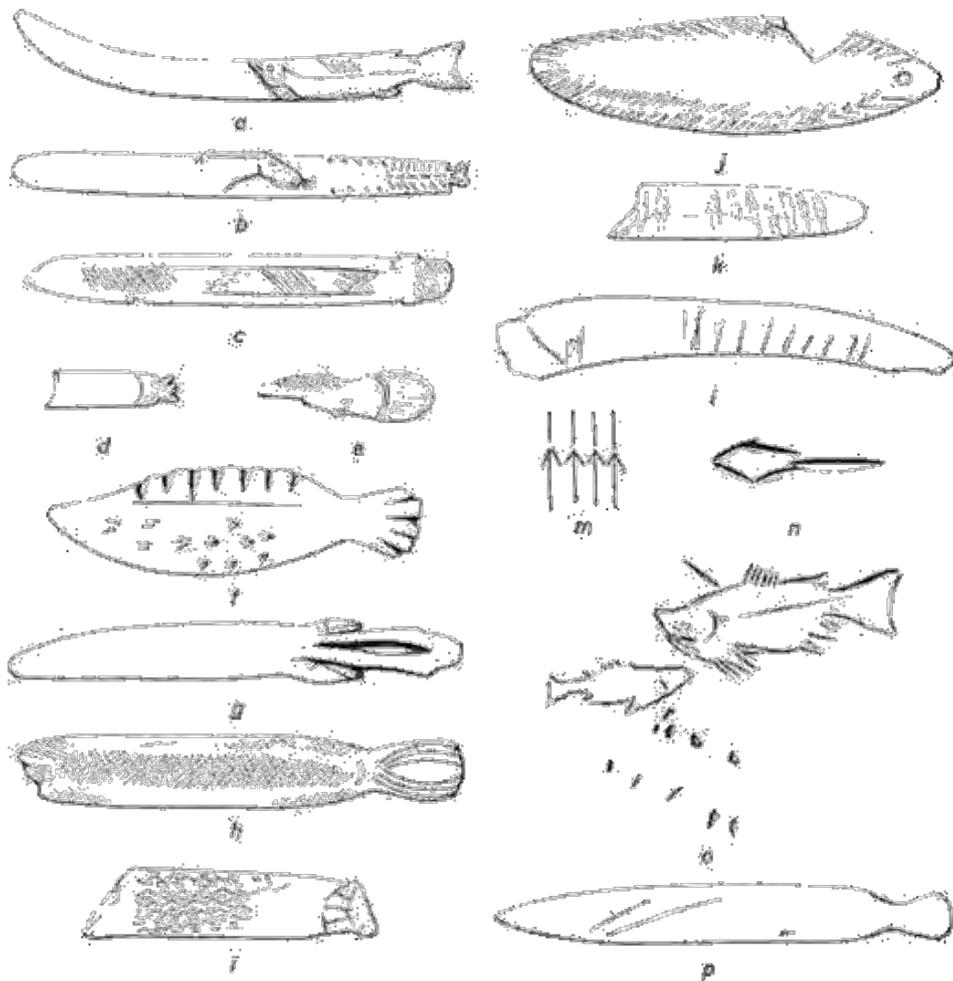


Figura 2. Representaciones pisciformes en espátulas de hueso: a) Grotte du Rey; b y c) Laugerie-Basse; d) La Madeleine; e) Isturitz; f) Bisqueytang; g) Brassempouy; h) El Pendo; i) Saint-Marcel; j) Isturitz; k) Gourdan; l) Arey-sur-Gure; m) Lascaux; n) Saint-Marcel; o) Niaux; p) Brassempouy (según Leroi-Gourhan 1971: 258).

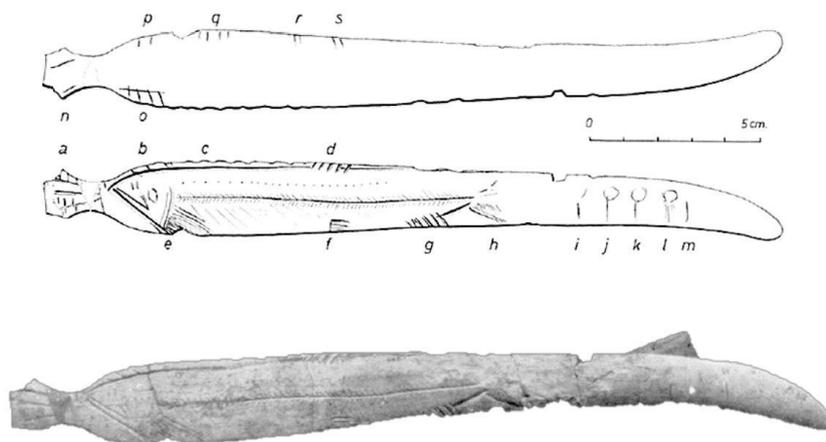


Figura 3. Espátula pisciforme de la cueva de Coucoulu (Calviac, Dordoña) y su correspondiente dibujo (según Leroi-Gourhan 1971: 255-256).



Figura 4. Espátula dentada pisciforme de Tito Bustillo (Asturias) (según <http://artepaleoliticoenasturias.com/> - Consultado: julio 2016).



Figura 5. Costilla de alce recuperada de Zajmotse 2 (según Clemente et. al. 2013: 67).

Para los primeros trabajos experimentales llevados a cabo por I. Clemente, E. Y. Gyria, O. V. Lozovzka y V. M. Lozovski (2002) se tomaron como referencia los materiales recuperados del yacimiento ruso de Zamostje 2. Los instrumentos hallados fueron espátulas realizadas en costillas de alce (fig. 5). Datadas en una cronología mesolítica (7400-7300 BP), fueron comparadas por analogía etnográfica con los cuchillos para la limpieza de pescado que utilizaban los Inuit (Clemente et. al. 2002: 189) por lo que, para comprobar su uso, decidieron realizar una serie experimental de estos instrumentos en costilla de vaca (fig. 6) para descamar, eviscerar y trocear el pescado y fueron utilizados sobre diferentes tipos de pescados –carapas, gobio, una pequeña perca y sargo– debido a las diferentes escamas que presentaban estas especies en cuanto a tamaño y dureza.

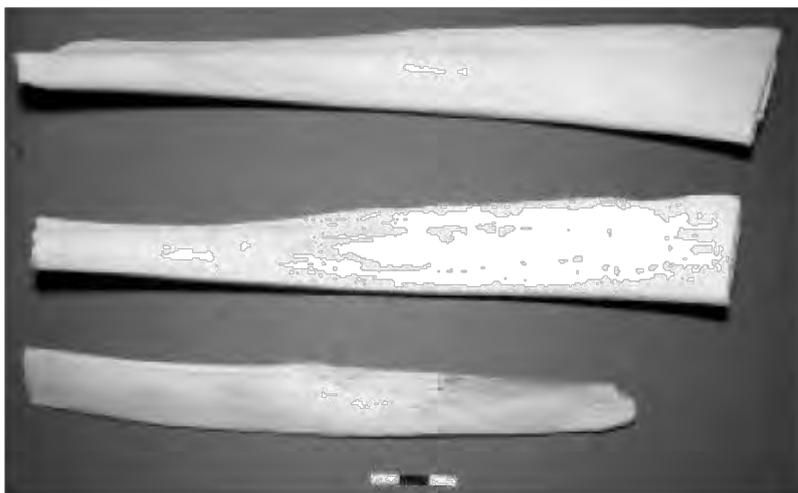


Figura 6. Instrumentos experimentales realizados sobre costilla de vaca por el equipo de I. Clemente para el procesado de pescado (según Clemente et al. 2002: 189).

Con este trabajo se demostró que las costillas aguzadas son muy efectivas para la extracción de escamas y resultaban inadecuadas para la acción de corte del pescado, ya que su filo se embotaba rápidamente y perdía toda su efectividad (Clemente et. al. 2002: 189). En sus filos activos se registró un marcado redondeamiento que formaba ligeras muescas que dan un aspecto algo sinuoso en el plano sagital, además de un brillo pulido significativo en la zona redondeada del filo.

Con ello pudieron identificar, a través del estudio de huellas de uso de los materiales óseos recuperados, 15 útiles atribuibles al descamado de pescado teniendo estos instrumentos prehistóricos marcas más desarrolladas que los propios útiles experimentales. Se pudo además distinguir entre los instrumentos en costilla para descamar –prácticamente sin trabajo adicional de acondicionamiento– de los otros tipos de útiles sobre costilla para el trabajo en piel –con una manufactura más específica con determinados rastros de uso con una distribución concreta e incluso remontajes–.

A la pregunta “¿por qué desescaman los pescados?” que se hacen otros colegas en un nuevo trabajo sobre este yacimiento ruso, se ha buscado una explicación a través de la etnografía. Algunos pobladores actuales del norte de Rusia desescaman los pescados cuando van a ser almacenados por largos períodos de tiempo o transportados a otros lugares. Además, y más concretamente, los Chukchi, desescaman sus pescados con útiles muy similares a las espátulas halladas en el registro arqueológico de Zamostje 2 (Lozovsky et. al. 2013: 37).

Otro trabajo experimental sobre las “espátulas” óseas es el llevado a cabo por S. Arrighi y otros colegas (2015) donde hace alusión al procesado de pescado como una de las posibles utilidades de esta herramienta tan controvertida. En este caso se probó la utilidad de un metatarso aplanado de ciervo, hallado en el yacimiento italiano de Dos de la Forca. Tras varias experimentaciones, entre las que se encontraba el desescamado de pescado, se llegó a la conclusión que este útil en concreto no tendría esta funcionalidad. Por lo tanto, esta premisa nos induce a pensar que únicamente las espátulas óseas realizadas sobre costilla serían válidas para esta actividad de procesado de pescado.

Tras desglosar los principales, y más recientes, estudios sobre el procesamiento de pescado en relación a las espátulas de hueso, podemos afirmar que por el momento las investigaciones sobre el tema son bastante escasas, ya que la mayoría de los estudios se centran en la industria lítica en relación a esta actividad. Por ello, y después de toda esta

parte introductoria podemos confirmar que nuestra hipótesis planteada sobre espátulas de bordes lisos sería válida, a falta de comprobar si el planteamiento sobre espátulas con bordes dentados sería igual de útil. Nos disponemos a continuación a realizar nuestro planteamiento partiendo de premisas similares a los anteriores estudios y pudiendo comprobar la posible relación entre la decoración pisciforme con la funcionalidad de este instrumental.

#### 4. MATERIAL Y MÉTODO

❖ Primera fase de la experimentación: preparación del material.

Realizamos cuatro espátulas de hueso sobre costilla animal, intentando que todas tengan aproximadamente medidas y formas similares. Las materias primas de las espátulas siempre serán costillas de origen animal, sin modificar la especie del sujeto en cada una de ellas. En concreto, serán de vacuno que han sido expuestas a las condiciones naturales del medio para su posterior secado. Realizaremos dos grupos de espátulas concretamente:

- Espátulas de bordes lisos: habiendo obtenido dos espátulas óseas sobre costilla previamente cortadas, procedemos a alisarlas en superficie, a crearles un filo y un redondeado en uno de sus extremos mediante un proceso de abrasión con diferentes piedras areniscas de varios grosores.
- Espátulas de bordes dentados: obteniendo una costilla completa de vacuno, nos disponemos a cortarla para obtener las dos piezas que nos servirán como espátulas. El corte se llevará a cabo mediante una sierra metálica sobre un soporte de madera (fig. 7a) Una vez que hemos obtenido los dos fragmentos de costilla, nos disponemos a alisarlos en superficie mediante un proceso de abrasión con diferentes piedras areniscas de varios grosores, creando un filo y una morfología similar a las anteriores (fig. 7b).

Al comprobar que los resultados no eran del todo parejos en cuanto a la morfología de las espátulas, se decidió emplear una lijadora de bandas para aproximar el resultado (fig. 8). Como es sabido, un elemento óseo es totalmente diferente a otro, por lo que para realizar una experimentación válida, los instrumentales tienen que ser los más similares posibles. Cuando este proceso se finalizó, se volvió a utilizar una arenisca para pulir las superficies y eliminar cualquier esquirla de hueso.

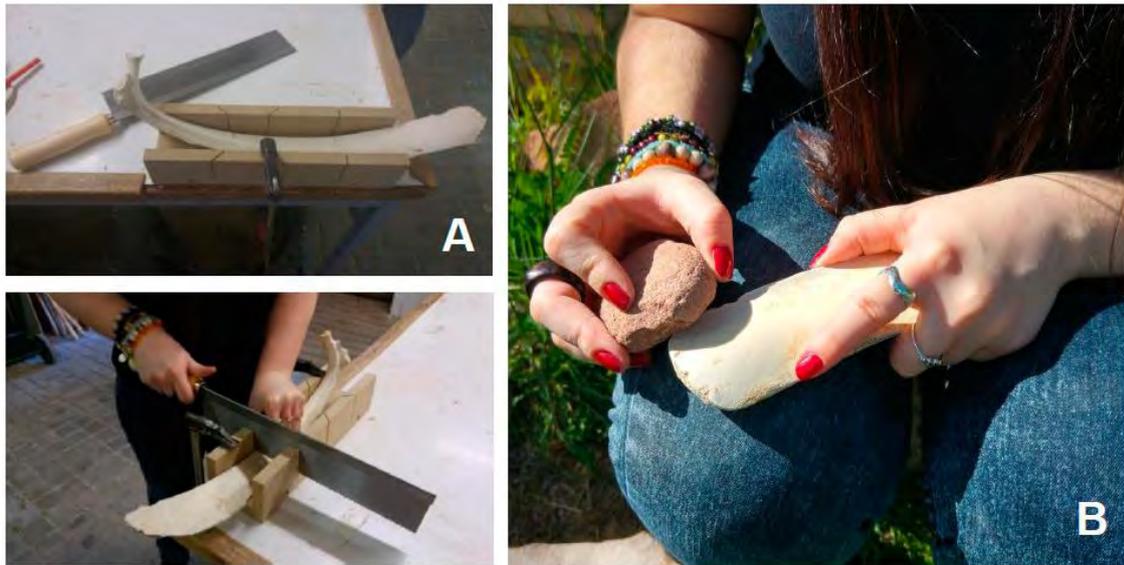


Figura 7. a) Corte de la costilla de vacuno con sierra metálica b) proceso de alisado y acondicionamiento de una de las espátulas con una piedra arenisca



Figura 8. Proceso de lijado/alisado de espátulas con una lijadora de bandas.

Una vez tenemos el grupo de espátulas listas, nos disponemos a realizar una prueba del borde dentado. Para ello seleccionamos una parte sobrante de una costilla y utilizamos industria lítica laminar sobre sílex, empleando la misma tecnología lítica que durante el Magdalenense. Al tratarse de un proceso especialmente lento y costoso se

decidió elaborar el borde dentado mediante una segueta. Elaboramos una fila dentada en el borde activo de una de las espátulas, con una distancia próxima a 0.5 cm entre ellos, menos en el extremo final que estarían más separados por ser una zona próxima al mango y no activa. Posteriormente, estos espacios fueron limados por una escofina, eliminando el aspecto de corte metálico y otorgando a la pieza muescas de sección en V, similares a las prehistóricas.

Finalizado este proceso así quedarían las medidas de las espátulas:

	<b>Espátula con borde liso</b>	<b>Espátula con borde dentado</b>
Ancho máximo/mínimo	4 cm/ 3 cm	4 cm/ 3 cm
Largo	13.8 cm	14.4 cm
Espesor máximo	0.7 cm	0.7 cm
Grosor del filo	0.2cm	0.2 cm
Peso	35.5 gr	34.5 gr

Tabla 1. Medidas finales de las espátulas

A continuación se muestra el resultado final de las espátulas de cada tipo – reservado otras dos, por si hubiera algún contratiempo– (figs. 9 y 10):

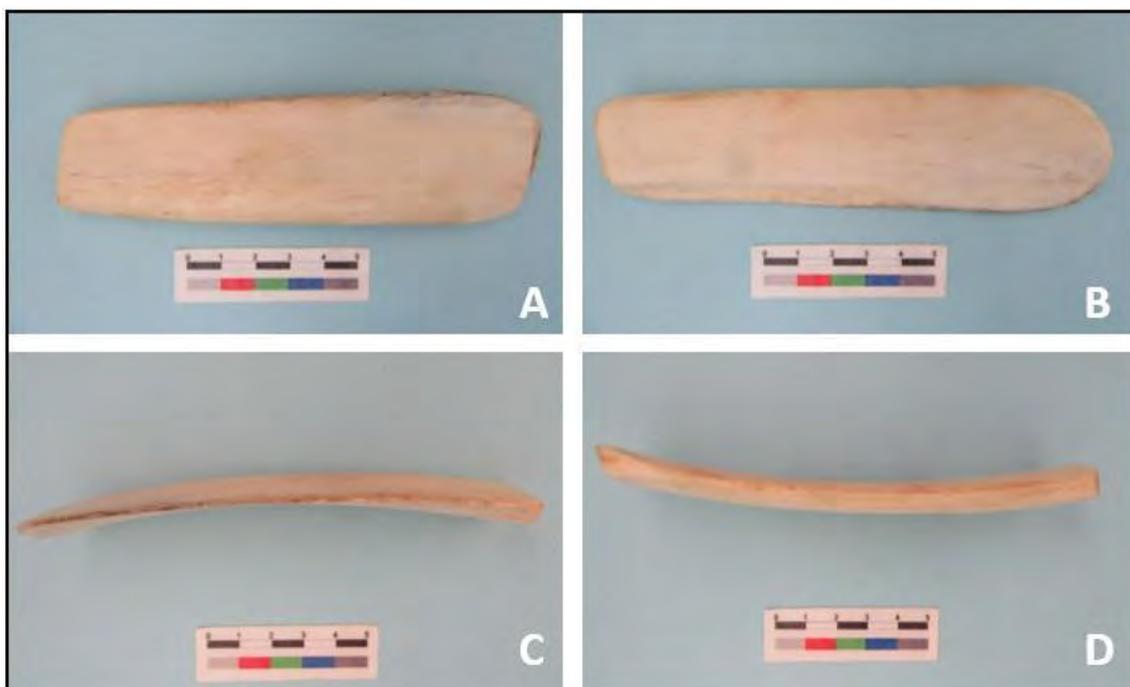


Figura 9. Espátula de borde liso después de la experimentación: a) cara A, b) cara B, c) perfil izquierdo y d) perfil derecho.

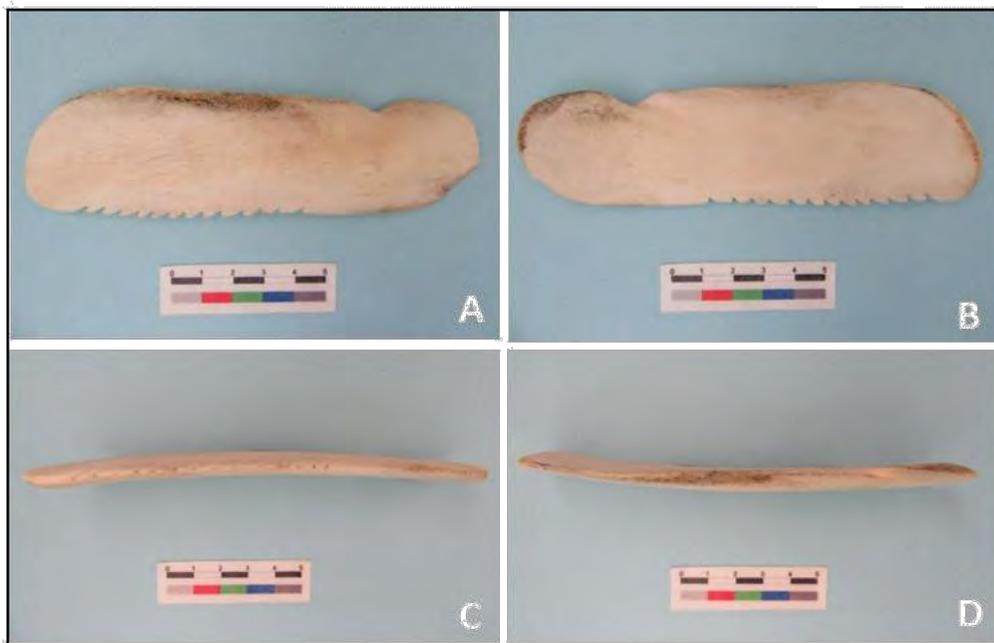


Figura 10. Espátula de borde dentado después de la experimentación: a) cara A, b) cara B, c) perfil izquierdo y d) perfil derecho.

❖ Segunda fase de la experimentación: la experiencia.

El objetivo de esta fase será medir la eliminación de escamas durante un mismo período de tiempo, intentando ejercer una misma fuerza, velocidad y ángulo de acción sobre un mismo pescado, variando los dos tipos de espátulas, para con ello datar los resultados de las experiencias. Por tanto las variables del experimento serían:

- Variables fijas: materia prima de las espátulas, sus medidas, tipo de pescado, así como tiempo, fuerza, velocidad y ángulo de acción ejercido.
- Variable independiente: morfología de las espátulas –lisa y dentada–.
- Variable dependiente: eliminación de escamas y estado final del pescado.

❖ Materiales utilizados:

Costillas de vacuno sin cocer.

Pescado fresco sin desescamar –dos piezas de boga–.

Elementos pétreos para el alisado –areniscas de diferentes grosores– y una lámina de sílex para la prueba sobre costilla.

Escofina y lijadora de bandas.

Sierra metálica manual.

## 5. PLANTEAMIENTO DE LA EXPERIENCIA

Realizada la fabricación de las espátulas, nos disponemos a la prueba de ellas sobre el pescado seleccionado. Se han escogido dos piezas de boga (Boops boops), peces con una escama especialmente dura (fig. 11). El objetivo será realizar el desescamado de ambas piezas, por sus dos lomos, con las diferentes espátulas y para examinar cuál sería el resultado.



Figura 11. Pieza de boga 1 antes de la experimentación.

En primer lugar hemos realizado la experiencia sobre la pieza de boga 1 con la espátula ósea de borde liso (fig. 12). La dirección, así como la sujeción del instrumento y la fuerza han sido constantes durante el proceso. Una vez se desescamaron los dos lomos del pescado, se pasó a procesar la pieza de boga 2, esta vez con la espátula de borde dentado (fig. 13). Las constantes fueron las mismas, a pesar que el tiempo en este segundo caso fue menor.



Figura 12. Proceso de desescamado de la pieza de boga 1 con espátula de borde liso.



Figura 13. Proceso de desescamado de la pieza de boga 2 con espátula de borde dentado.

## 6. RESULTADOS OBTENIDOS

Una vez que hemos realizado las experiencias sobre las piezas de boga, los resultados han sido los siguientes (figs. 14 y 15):





Figura 14. Resultado del proceso de desescamado con espátula lisa.



Figura 15. Resultado del proceso de desescamado con espátula dentada.

Una vez los desescamamos, y fueron pasados por agua para eliminar los posibles restos de escamas sueltas superficiales, hemos podido observar como ambas piezas han podido ser procesadas con los dos tipos de espátulas. Las diferencias más notables serían el tiempo y, como vemos en las imágenes, el estado final del pescado. Como es obvio, el tiempo empleado para el desescamado con las espátulas dentadas ha sido menor, ya que este tipo de borde permite una mayor penetración entre la piel y la escama. Pero este mayor contacto ha causado un pequeño desgarre de la carne del pescado en la parte próxima a su aleta lateral, producido por ser una zona más blanda, donde se encuentran en mayor medida las vísceras del animal y que además no están protegidas por el conjunto óseo, aunque también hubiera podido ser causado por la destreza del autor.

Como introducíamos, no existe un acuerdo dentro de la comunidad científica en cuanto a la funcionalidad de estos útiles. Este trabajo podría aportar una interpretación más, teniendo siempre en cuenta los análisis traceológicos de las piezas arqueológicas recuperadas. Nosotros, y a modo complementario, hemos realizado algunas fotografías de detalle de las trazas que nuestra experimentación ha dejado en la espátula de borde liso, ya que suele ser la más frecuente de hallar en los registros (fig. 16). Estas fotografías se han realizado mediante un triocular Motic estereoscópico a diez aumentos.

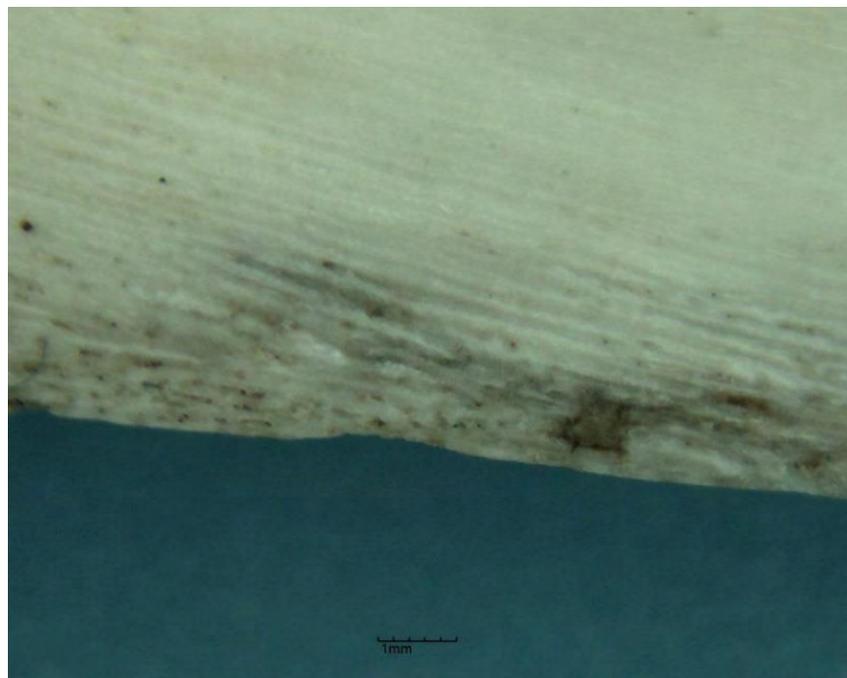


Figura 16. Fotografía de las trazas que ha dejado el desescamado de pescado (Laboratorio Docente de la UAM).

Como objetivo final no incluíamos comparar piezas arqueológicas con otras experimentales y ver las huellas de uso que dejaban, aún así hemos querido añadir este documento, ya que podría ser válido para otros trabajos futuros que versen sobre ello. Al igual que otros posibles estudios, ya que su realización nos ha llevado a más preguntas.

## 7. CONCLUSIONES

La diversidad morfológica de estas piezas, es decir, aquellas que poseen bordes lisos y otras dentados, también con decoraciones pisciformes (Lorblanchet 1993), nos llevó a plantearnos si ambas espátulas serían válidas para el procesado de pescado, más concretamente con el desescamado. Con este proyecto hemos respondido a la cuestión. Estos dos tipos de útiles podrían haber tenido esta funcionalidad, y con ello sería posible relacionar aquellas espátulas con decoración pisciforme con dicha actividad, a condición que tanto el medio ambiente como el registro arqueológico lo avalen. También creemos necesario mencionar las diversas limitaciones con las que nos hemos podido encontrar, pudiendo sesgar en mayor o menor medida los resultados obtenidos. Ya que no se han podido conseguir espátulas de las formas exactas a modelos arqueológicos, debido a que el soporte utilizado presentaba unas características propias que han planteado algunas trabas, especialmente en cuanto a su alisado. Pese a todo, los resultados obtenidos cumplen los objetivos planteados.

Comentábamos que la realización de esta experiencia nos ha llevado a plantearnos algunas cuestiones de cara a posibles trabajos futuros. Un ejemplo de ello es si sería posible un procesado de pescado, en cuanto a corte o fileteado, con dichas espátulas – especialmente con las dentadas, ya que realizamos una pequeña prueba una vez fue terminado el experimento con la espátula de borde liso, pero fue fallida, como ya nos lo adelantaba I. Clemente (2002)–. Ya que con materiales líticos este tipo de uso si se ha podido atestiguar (Clemente *et. al.* 2013 y Soares *et. al.* 2016), se podría comparar con otros útiles de diferente soporte.

Pese a todo, y debido a la controversia que genera este tipo de útiles en cuanto a su empleabilidad, lo más probable es que este instrumento fuera polivalente. Con esta experimentación, hemos podido comprender –un poco más–, como este tipo de piezas de

difícil interpretación han podido ser utilizadas para diversas prácticas, entre las que habría que tener en cuenta el procesado del pescado.

## 8. AGRADECIMIENTOS

Para finalizar, mostrar mi agradecimiento al Laboratorio de Arqueología Experimental de la Universidad Autónoma de Madrid y al Laboratorio Docente de la misma, a los profesores Javier Baena Preysler y Felipe Cuartero Monteagudo, al doctorando Guillermo Bustos Pérez, a Ignacio Clemente Conte por su ayuda desinteresada, así como a mis compañeros; a todos por la ayuda prestada para la realización de este proyecto y sus consejos.

## BIBLIOGRAFÍA

ARRIGHI, S., BAZZANELLA, M., BOSCHIN, F. Y WIERER, U. (2015): “How to make and use a bone ‘spatula’. An experimental program base don the Mesolithic osseous assemblage of Galgenbühel/Dos de la Forca (Salurn/Salorno, BZ, Italy)”. *Quaternary International*: 1-23.

BAENA, J. (1997): “Arqueología experimental: algo más que un juego”. *Boletín de Arqueología Experimental [BAEX]*, 1: 2-5.

BARANDARIÁN MAESTU, I. (1967): *El Paleomesolítico del Pirineo Occidental*. Universidad de Zaragoza. Zaragoza: 309-311.

CLEMENTE, I., GYRIA, E. Y., LOZOVZSKA, O. V. Y LOZOVSKI, V. M. (2002): “Análisis de instrumentos en costilla de alce, mandíbulas de castor y en caparazón de tortuga de Zamostje 2 (Rusia)” en I. CLEMENTE, R. RISCH, J. F. GIBAJA (coords.): *Análisis funcional: su aplicación al estudio de sociedades prehistóricas*. British Archaeological Reports [BAR], Internacional Series 1073. Oxford: 187-196.

CLEMENTE, I., MAIGROT, Y., GYRIA, E. Y. Y LAZOVSKA, O. V. (2013): “Aperos para la pesca e instrumentos para el procesado de pescado en Zamostje 2 (Ruisa): una experimentación para reconocer los rastros de uso” en A. PALOMO, R. PIQUÉ Y X. TARRADAS (eds.): *Experimentación en arqueología. Estudio y difusión del pasado*. Serie Monografica del MAC. Girona: 65-73.

EIROA GARCÍA, J. J. (2006): *Nociones de prehistoria general*. Ariel Prehistoria. Barcelona.

GARCÍA DÍAZ, V. Y CLEMENTE, I. (2011): “Procesando pescado: reproducción de las huellas de uso en cuchillos de sílex experimentales” en A. MORGADO, J. BAENA y D. GARCÍA (eds.): *La investigación experimental aplicada a la arqueología*. Universidad de Granada, Universidad Autónoma de Madrid, Asociación Experimental. Málaga: 153-159.

GÓNZALEZ SAINZ, C. (1989): *El Magdaleniense Superior-Final de la región cantábrica*. Universidad de Cantabria. Santander: 242-243.

LEROI-GOURHAN, A. (1971): “La spatule aux poissons de la grotte du Coucoulu à Calviac (Dordogne)”. *Gallia Préhistoire*, XIV, 2: 253-259.

LORBLANCHET, M. (1993): “Les poissons”. *L’Art Pariétal Paléolithique. Techniques et méthodes d’étude*. Comité des Travaux Historiques et Scientifiques [CTHS]. París: 181-188.

LOZOVSKY, V. M., LOZOVSKAYA, O., CLEMENTE-CONTE, I., MAIGROT, Y., GYRIA, E. Y., RADU, V., DESSE-BERSET, N. Y GASSIOT BALLBÈ, E. (2013): “Fishing in the late Mesolithic and early Neolithic of the Russian Plain: the case of site Zomostje 2” en V. M. LOZOVSKY, O. V. LOZOVSKAYA E I. CLEMENTE-CONTE (eds.): *Zamostje 2. Lake Settlement of the Mesolithic and Neolithic Fisherman in Upper Volga Region*. Russian Academy of Science. Institute for the History of Material Culture Sergiev-Possad State History and Art Museum-Preserve. San Petersburgo: 19-45.

PIEL-DESRUISSEAU, J. L. (1989): *Instrumental prehistórico: forma, fabricación, utilización*. Masson. París: 233-237.

SOARES, J., MAZZUCCO, N. Y CLEMENTE-CONTE, I. (2016): “The first farming communities in the Southwest European Coast: A traceological approach to the lithic assemblage of Vale Pincel I”. *Journal of Anthropological Archaeology*, 41: 246-262.

UTRILLA, P., MAZO, C., RIVERO, O. Y LOMBO, A. (2013): “Mirando de nuevo a Isturitz. El tema del alisador del bisonte en el Magdaleniense medio de Abauntz” en M.

DE LA RASILLA (dir.): *F. Javier Fortea Pérez, Universitatis Oventensis Magister. Estudios en homenaje*. Mensula. Oviedo: 247-261.

WENZEL, S. Y ÁLVAREZ FERNÁNDEZ, E. (2004): “La espátula de Boppard (Boppard, Renania-Palatinado, Alemania) y sus paralelos en Europa a finales del Paleolítico Superior y en el Mesolítico”. *Zephyrus*, 57: 137-151.

**EL ESCUDO DE PIEL CON ESCOTADURA EN «V»  
DURANTE EL BRONCE FINAL ATLÁNTICO:  
ELABORACIÓN Y FUNCIONALIDAD A TRAVÉS DE LA  
ARQUEOLOGÍA EXPERIMENTAL**

The leather shield with a «v» cut-out during atlantic late bronze age: production and functionality through experimental archeology

Jorge del Reguero González<sup>1</sup>

*Fecha de recepción:* 08/07/2016

*Fecha de aceptación:* 04/10/2016

**RESUMEN**

Los escudos con escotadura en «V» constituyen uno de los elementos de referencia de las conocidas estelas del Suroeste, que pese a su ausencia en el registro arqueológico peninsular, conocemos un único ejemplo en Irlanda realizado en piel. A través de este trabajo de Arqueología Experimental, hemos acometido un ensayo práctico de este tipo de escudos, con aportaciones en torno al tipo de soporte, fabricación y funcionalidad de los mismos. Los resultados de este estudio nos han permitido establecer una hipótesis sobre la elaboración de escudos con piel animal sin ningún soporte suplementario durante el Bronce Final atlántico.

**Palabras Clave:** Escudo; Piel; Estelas; Bronce Final; Arqueología Experimental

**ABSTRACT**

The «V» cut-out shields constitute one of the references of the known stelae of the Southwest, although its absence in the archaeological peninsular record, we only know one example in Ireland made in Ireland. Thanks to this Experimental Archaeology project, we have undertaken a practical test of this type of shields, with contributions concerning the type of support, manufacture and functionality of the same ones. The results of this study have allowed us to establish a hypothesis on the production of shields with animal leather without any supplementary support during the Atlantic Late Bronze Age.

**Keywords:** Shield; Leather; Stelae; Late Bronze Age; Experimental Archaeology.

---

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Madrid (UAM). jor.reguero@estudiante.uam.es

## INTRODUCCIÓN

A lo largo de las últimas décadas, la Arqueología Experimental no sólo se ha ratificado como una disciplina auxiliar en la investigación arqueológica, sino que su capacidad crítica a la hora de analizar las diferentes interpretaciones que puede generar un estudio arqueológico, ha convertido a la misma en una fuente esencial de información y conocimiento sobre las actividades de nuestros antepasados. Sin embargo, aún siguen siendo muchos los investigadores que recurren a esta disciplina como un simple mecanismo de reproducción de piezas arqueológicas. Por ello, creo necesario comenzar este trabajo preguntándonos: ¿qué es la Arqueología Experimental? Según J. Baena, hablamos de “un modelo de contrastación de hipótesis a través de la experimentación que de forma rigurosa admita la validez, para fases de la Prehistoria, de un proceso técnico desarrollado en la actualidad” (*cit. en.* Baena, 1997: 3). Por lo tanto, el empleo de la Arqueología Experimental como herramienta de divulgación científica, trae consigo la necesidad de contrastar, de forma experimental, los procesos técnicos compatibles con la tecnología existente durante el período cronológico que pretendamos estudiar.

Evidentemente, los trabajos relacionados con la tecnología lítica han acaparado el mayor porcentaje de estudios en experimentación arqueológica, permitiendo a la misma tener una larga tradición investigadora (Baena, 1998). Asimismo, los estudios experimentales sobre materiales cerámicos son cada vez más abundantes, además de necesarios (Ramos Sainz, 2002). Con todo ello, bien es cierto que la Arqueología Experimental poco a poco está teniendo una mayor presencia en la investigación de la Prehistoria Reciente, especialmente para el estudio de los comportamientos metalúrgicos, pero también en otros ámbitos como viene siendo el material orgánico. En este marco cronológico –Prehistoria Reciente– y material –restos orgánicos– se encuadra nuestro trabajo, que lleva como título: “El escudo de piel con escotadura en «V» durante el Bronce Final atlántico: elaboración y funcionalidad a través de la Arqueología Experimental”.

Para llevar a cabo una experimentación arqueológica como la que se plantea en el presente trabajo, es fundamental plantear una hipótesis y establecer *a priori* unas preguntas básicas a las que intentaremos dar respuesta. Todo ello guiará nuestro estudio a partir de una metodología de trabajo adecuada, permitiéndonos valorar correctamente los resultados obtenidos.

Así, pues, este proyecto pretende ser un punto de partida hacia el conocimiento exhaustivo de los escudos con escotadura en «V», un arma defensiva bien documentada a lo largo de toda la fachada atlántica en el tránsito del Bronce Final a la Primera Edad del Hierro. Nuestro objetivo será comprobar los posibles métodos de elaboración de dicho artefacto, seguido de un estudio funcional del mismo. ¿Pudo ser lo suficientemente resistente un escudo de piel, sin ningún armazón suplementario de madera u otro material, como para ser utilizado en un contexto militar? A esta y otras preguntas, intentaremos dar respuesta en las próximas páginas. Como último apunte introductorio, nos vemos en la necesidad de señalar que, más que un experimento, este trabajo se moverá bajo la denominación de experiencia, pues lo que se plantea no deja de ser un primer acercamiento empírico al problema.

## CONTEXTO HISTÓRICO Y ARQUEOLÓGICO

Las estelas decoradas del Suroeste, también conocidas como «estelas de guerrero», han sido uno de los elementos más representativos del Bronce Final (1200 – 750 a.C.) en el cuadrante suroriental de la Península Ibérica. Desde finales del siglo XIX, con el hallazgo de la estela de Solana de Cabañas, la investigación se ha encontrado con un conjunto cada vez más abundante y cuantioso de estelas decoradas donde se ha podido distinguir la mayor parte de los elementos representados. Así, desde el primer *corpus* elaborado por M. Almagro Basch (1966), hasta los trabajos más recientes realizados por autores tales como S. Celestino (2001), la investigación ha podido analizar desde distintas ópticas los muchos problemas que se siguen planteando en torno a la interpretación cultural y simbólica de estos soportes pétreos.

Las estelas de guerrero representan todo un conjunto de armas, tanto ofensivas como defensivas, además de distintos elementos de prestigio como han venido siendo los carros militares, sumado a la presencia de figuras antropomorfas en determinadas ocasiones. Todo ello ha permitido asociar estos monumentos con unas «aristocracias guerreras» que se hallarían pertrechadas en un fuerte aparato militar, base fundamental para ejercer el control y cohesión del territorio.

El elemento que más nos interesa destacar en las estelas de guerrero son los escudos circulares. Según F. Quesada, esta arma defensiva, en la fase cultural en la que

nos encontramos, estaría elaborada por “[...] una o varias capas de cuero de distinto diámetro, encoladas entre sí y apretadas en húmedo contra un molde de piedra o madera para darles forma y consistencia, y con una empuñadura central” (*cit. en.* Quesada, 2010: 42). Una buena parte de los escudos representados aparecen con una escotadura en «V», cuya función se ha movido por múltiples y variadas hipótesis, desde un uso militar destinado al manejo de una lanza o a la mejora de la visión en el combate (Hernando, 1976: 134; Celestino, 2001: 140), hasta contrarrestar los efectos de dilatación y contracción de la piel (García de Figuerola, 1982: 175). Asimismo, se ha dicho que la alineación que presenta la escotadura con la agarradera, indicaría la dirección en la que hay que coger el escudo (Harding, 2003: 282). Finalmente, algunos autores tan sólo consideran la escotadura como un elemento simbólico o decorativo (Soutou, 1962: 536; Ongil, 1983: 9).

A raíz de las condiciones naturales propias de la Península Ibérica, aún no se ha documentado ningún escudo, lo que ha originado un intenso debate sobre el tipo de material en el que fueron fabricados (Castro *et alii*, 1996: 203-204). M. Almagro Basch, en su espléndido estudio sobre las estelas decoradas del Suroeste peninsular, señalaba que los escudos representados estarían elaborados a partir de una coraza de bronce sujeto a un armazón de madera o de piel (Almagro Basch, 1966: 156).

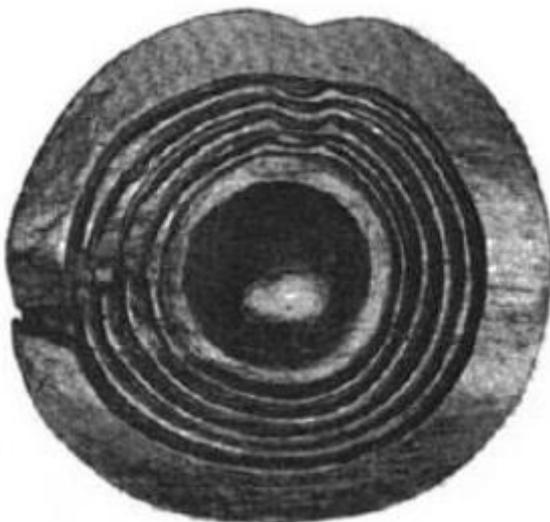


Fig. 1. Escudo de madera con escotadura en «U». Cloonlara, Irlanda (Coles, 1962)

Los elementos defensivos ofrecen una escotadura en «U», que nos recuerda a una serie de escudos hallados en la Europa septentrional, en el actual territorio danés, en la Edad del Bronce (Coles, 1962: 180, Láms. XXV y XXVI).

Las evidencias arqueológicas han demostrado que los escudos utilizados por los guerreros del Bronce Final llegaron a ser, en su totalidad, de madera o piel. En el caso de los escudos de madera, tenemos interesantes testimonios en Irlanda, con dos ejemplares bien conocidos: el Escudo de Annandale, hallado en 1863 en el Condado de Leitrim; y el Escudo de Cloonlara (Fig. 1), hallado en el Condado de Mayo. Ambos

Respecto a los escudos de piel, tenemos una evidencia material realmente importante, igualmente, en Irlanda. Hablamos del famoso Escudo de Clonbrin (Fig. 2), nombre dado por la localidad donde apareció, dentro del Condado de Longford. Descubierta en 1908, su hallazgo se produjo en una turbera, razón que ha permitido a la pieza tener un magnífico estado de conservación desde la Edad del Bronce hasta nuestros días. Alexander Fry, la persona que descubrió el escudo, entregó la misma al dueño de la propiedad, W. H. King-Harman, quien presentó el hallazgo a la *Royal Irish Academy* para su colección en el Museo Nacional de Dublín (Armstrong, 1908: 259).

Según los datos aportados por G. Coffey en su trabajo sobre la Edad del Bronce en Irlanda, la pieza estaría hecha de una sola pieza de cuero, con las siguientes medidas (cm): 52 cm de largo x 49,5 cm de ancho x 0,6 cm de grosor (Coffey, 1913: 163). En la zona central del escudo destaca un umbo ovalado que sobresale de la piel, rodeado por tres nervios. El nervio central y exterior aparecen decorados con una escotadura en «V», lo que significa que su función en esta pieza concreta es meramente simbólica. Entre los círculos concéntricos mencionados, resaltan hasta 24 pequeños adornos de forma circular, que podrían reproducir los “remaches” de los escudos ceremoniales de bronce (Fig. 3).

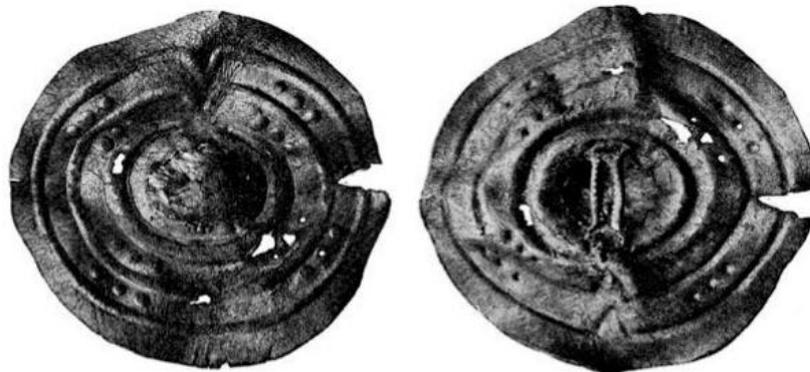


Fig. 2. Escudo de Clonbrin, realizado en piel, con escotadura en «V» solo en interior. Condado de Longford, Irlanda. Bronce Final (Coffey, 1913).

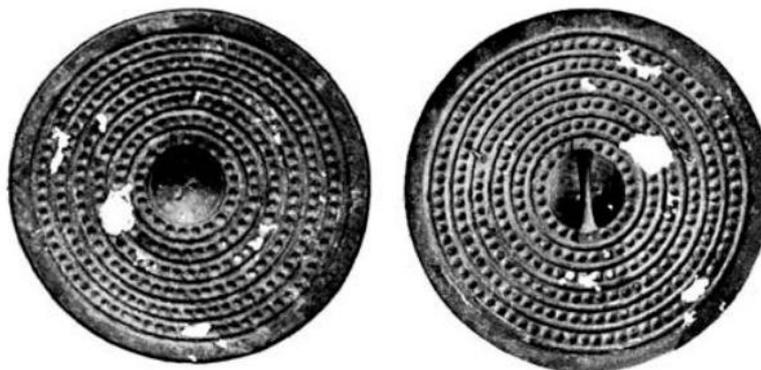


Fig. 3. Escudo de bronce de Lough Gur. Condado de Limerick, Irlanda. Edad del Bronce (Coffey, 1913).

Para G. Coffey, el Escudo de Clonbrin estaría completo en la forma en la que lo visualizamos, puesto que, no presenta ningún signo sobre posibles soportes de madera (Coffey 1913: 163). La piel utilizada pertenecería a la espalda de un bóvido, concretamente a un toro, según señala M. Almagro Basch (1966: 163). Respecto a la cronología de la pieza descrita, G. Eogan ha datado estos escudos en la llamada *fase Dowris* del Bronce Final irlandés (Eogan, 1964). Por lo tanto, el Escudo de Clonbrin se puede fechar alrededor del 800 a.C.

Finalmente, otro resto material que merece la pena ser citado en este apartado dedicado al contexto histórico y arqueológico, son los moldes de madera. En efecto, su estudio supondrá para nosotros una fuente de información fundamental para la posterior experiencia que realicemos sobre la elaboración de los escudos de piel. El hallazgo de dos moldes de madera en Irlanda, cuya utilidad se encuentra orientada hacia la fabricación de escudos de piel, supone una evidencia que confirmaría la extensión de dicha arma defensiva por toda la fachada atlántica. El primero de los moldes citados fue hallado en Churchfield, en el Condado de Mayo (Fig. 4): con 47 cm de diámetro, muestra en la parte central un umbo oval rodeado de tres círculos concéntricos en negativo (Almagro Basch, 1966: 163). El segundo molde fue hallado en Kilmahamogue, una pieza con un diámetro similar al molde de madera de Churchfield, con dos círculos concéntricos en negativo, y con una escotadura.

Ahora bien, recordemos que nuestro trabajo pretende demostrar que los escudos de piel con escotadura en «V» pudo ser el arma defensiva por excelencia de los guerreros del Bronce Final atlántico. ¿Qué relación existe entre los restos arqueológicos hallados en Irlanda y los grabados documentados en las estelas del Suroeste de la Península Ibérica? El Escudo de Clonbrin (Fig. 3) ofrece unas similitudes más que evidentes con las representaciones de distintos escudos grabados en las estelas de guerrero.

Nuestro objetivo en este trabajo no es realizar un análisis tipológico exhaustivo de los escudos con escotadura en «V», sino más bien indagar en los métodos de elaboración y la funcionalidad de este artefacto defensivo a través de la Arqueología Experimental. Por ello, únicamente vamos a señalar un estudio de caso respecto a las estelas del Suroeste.

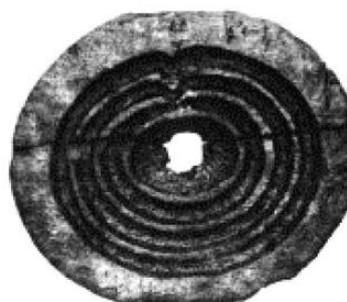


Fig. 4. Molde de madera para la elaboración de escudos. Bronce Final. Churchfield, Irlanda (Hencken 1950)

Posiblemente, la comparativa más interesante entre las estelas del Suroeste y el Escudo de Clonbrin, viene a ser la estela de Brozas (Fig. 5). Esta losa de piedra presenta un escudo que centra la composición escénica de la misma, escudo formado por tres círculos concéntricos con un diámetro de 60 cm, unas medidas no demasiado alejadas a las ofrecidas por el escudo irlandés. Las dos líneas concéntricas exteriores presentan una escotadura en «V», mientras que el nervio interior se queda sin cerrar, posiblemente para respetar la escotadura del círculo posterior. Respecto a la abrazadera, en forma de I, tiene una longitud de 14 cm. Entre todos los círculos aparecen representados una serie de remaches: el exterior con cinco grupos de tres, el medio con cinco grupos de dos, y el interior con tan sólo dos remaches agrupados (Celestino, 2001: 338).



Fig. 5. Estela de Brozas. Museo Arqueológico de Cáceres. (Fotografía: © J. I. Martín Benito) (Dibujo: © S. Celestino)

Observamos cómo la tipología existente entre el Escudo de Clonbrin y el escudo grabado en la estela de Brozas, guarda similitudes más que evidentes. Podríamos continuar señalando distintas estelas donde se representan toda esta serie de escudos, como la estela de Trujillo, Santa Ana de Trujillo, Torrejón el Rubio I o Ibahernando. Sin embargo, ninguno de estos escudos se ha documentado en el registro arqueológico. ¿Cómo es posible explicar dicho fenómeno? Nuestra teoría parte de la creencia por la cual todos esos escudos con escotadura en «V» debieron estar hechos mediante materia orgánica –piel–, con unas características homogéneas al escudo hallado en Irlanda. Para refutar tal hipótesis, nuestro objetivo parte por demostrar que los escudos de piel presentan una ligereza y una resistencia fundamental de cara al conflicto militar.

## **OBJETIVOS Y METODOLOGÍA**

### **Objetivos**

- ¿Qué problemas plantea la elaboración de un escudo de piel?
- ¿Cómo responde la piel según el tipo de molde utilizado?
- ¿Durante cuánto tiempo debe secarse la piel para que coja la rigidez necesaria?
- ¿Es funcional un escudo de piel sin la presencia de un armazón suplementario?

### **METODOLOGÍA**

- Primera fase de la experimentación: conseguir una piel fresca de bóvido. Seguidamente, se pretende quitar el pelaje a la piel animal con el fin de trabajar adecuadamente la materia. Ello nos permitirá, a su vez, adecuarnos al registro arqueológico que tenemos documentado. Una vez se haya realizado el proceso de apelmbrado, el objetivo a seguir será martillear la piel en húmedo sobre un molde para fijar la impronta elegida. Así, pues, creemos que el secado posterior permitirá obtener a la piel el grado de rigidez necesario para su uso militar.
- Segunda fase de la experimentación: probar la resistencia de los escudos fabricados mediante el impacto de una espada de bronce, realizando el golpe a la misma distancia y con la misma fuerza.
  - Variables fijas: espada, distancia y fuerza.
  - Variable independiente: tipo de ataque –lateral y frontal–.
  - Variable dependiente: escudo.

## **PLANTEAMIENTO DE LA EXPERIMENTACIÓN**

### **Primera fase de la experimentación**

Hemos conseguido una piel fresca de vacuno, secada previamente con sal en un matadero. La piel ha permanecido en sal durante 15 días desde que se desolló, pues dicha función permite extraer la humedad. En palabras de C. Caballero, la piel es imputrescible entre 15% y 12% de humedad, y este es el motivo por el cual la piel gana en rigidez (Caballero, 2011: 38). Así, pues, hemos conseguido una piel de vacuno, concretamente de un ternero (Fig. 6), con un peso total de 12,5 kg.



Fig. 6. Fotografías iniciales de la parte interna de la piel de vacuno utilizada para la experimentación

Las medidas de la piel de vacuno nos ha permitido cortar la pieza en tres fracciones, permitiéndonos no sólo realizar más de un escudo, sino tener un margen de error a la hora de elaborar el mismo. El siguiente paso a realizar ha sido llevar a cabo un procedimiento conocido como apelambrado, entendiéndolo por la misma aquel proceso consistente en quitar el pelaje a la piel animal mediante baños de cal. Históricamente, cuando la cal no ha sido lo suficientemente fuerte o ha primado su escasez, las pieles se han dejado enrolladas para que pudieran fermentar y, posteriormente, aflojar el pelo. Sin embargo, hemos creído oportuno realizar este proceso mediante el sumergimiento de las pieles en agua con cal. Para ello, en un recipiente lo suficientemente profundo –un capazo–, hemos vertido 25 litros de agua junto con 1,5 kg de cal apagada. Ha sido fundamental remover todo el vertido adecuadamente para que la cal quedase bien disuelta y, a continuación, incluir las pieles. Asimismo, hemos considerado esencial cubrir todas las pieles en su totalidad bajo la mezcla de agua con cal.

Las tres piezas de piel han permanecido durante un tiempo previamente establecido, en el baño de cal: las dos primeras pieles estuvieron 72 horas, mientras que la tercera estuvo 168 horas. Esto nos ha permitido observar cómo la pieza que permaneció durante más tiempo en agua con cal, obtuvo un comportamiento diferente en el proceso de eliminación del pelaje, en comparación con las dos primeras piezas retiradas.

A continuación, con las pieles recién sacadas del capazo utilizado para el baño de agua con cal, hemos eliminado todo el pelo mediante la ayuda de una raedera de retoque convexo. Hemos eliminado el pelaje con la piel colocada en dos posiciones: por un lado, con la piel estirada sobre una superficie plana (Fig. 7) y, por otro lado, con la piel tensada en un bastidor (Fig. 8). En cierto modo, hemos observado como el lugar donde se encuentre la piel, no afecta de manera alguna al proceso de apelmbrado, pues lo importante viene a ser que la piel haya permanecido varios días en agua con cal, la utilización de un buen instrumental lítico –aunque la eliminación del pelo con los dedos también es posible–, y el estiramiento de la piel propiamente dicha.



Fig. 7. Eliminación del pelaje mediante la ayuda de una raedera de retoque convexo



Fig. 8. Eliminación del pelaje mediante la ayuda de una raedera de retoque convexo

Para realizar el apelmbrado, hemos utilizado el mismo útil lítico –raedera–, lo que ha supuesto un desgaste muy interesante para futuros estudios traceológicos. El tiempo total de uso de la raedera ha podido estar sobre las cuatro horas, un tiempo estimado puesto que no se ha contabilizado los minutos de descanso, así como el montaje de las pieles en el bastidor. Asimismo, las dos primeras piezas de piel de vacuno se realizaron en el doble de tiempo que la tercera pieza apelmbrada, algo que responde al tiempo que cada piel estuvo sumergida en agua con cal, como bien citamos anteriormente. Una vez llevado a cabo el proceso de apelmbrado, se hace necesario eliminar cualquier resto de grasa que se haya podido acumular en la epidermis (Fig. 9), trabajo que se puede llevar a cabo mediante una pequeña lasca de sílex.



Fig. 9. Eliminación de la grasa acumulada en la parte interna de la piel

Terminado, así, el proceso de preparación de la piel, el siguiente objetivo consiste en conseguir un molde de madera, para lo cual nos hemos encontrado con diversos problemas. En efecto, creímos necesario obtener un molde con la impronta que queríamos marcar en el escudo –varias líneas circulares con una escotadura en «V», un umbo central y toda una serie de círculos simulando los remaches–. A partir de un dibujo orientativo (Fig. 10a) donde se indicaron todas las medidas requeridas, se ha realizado un primer molde de madera acelerando el proceso, dado que no afecta de manera alguna a los objetivos marcados en el presente proyecto en torno al trabajo de la piel. De tal modo, el resultado que se ha obtenido ha sido un molde en relieve (Fig. 10b) para martillar sobre el mismo todas las pieles que se pretendan convertir en escudos. Pero, ¿qué problema nos hemos encontrado? Realizando una pequeña experiencia a partir de un reducido fragmento de piel, hemos observado cómo el martilleo tan sólo es efectivo golpeando sobre la parte interna de la misma o, dicho de otro modo, la epidermis. Es decir, la impronta no se queda golpeando sobre la dermis. Esto nos ha supuesto un grave problema, puesto que el molde realizado (Fig. 11) no tiene ninguna utilidad para la elaboración de escudos.

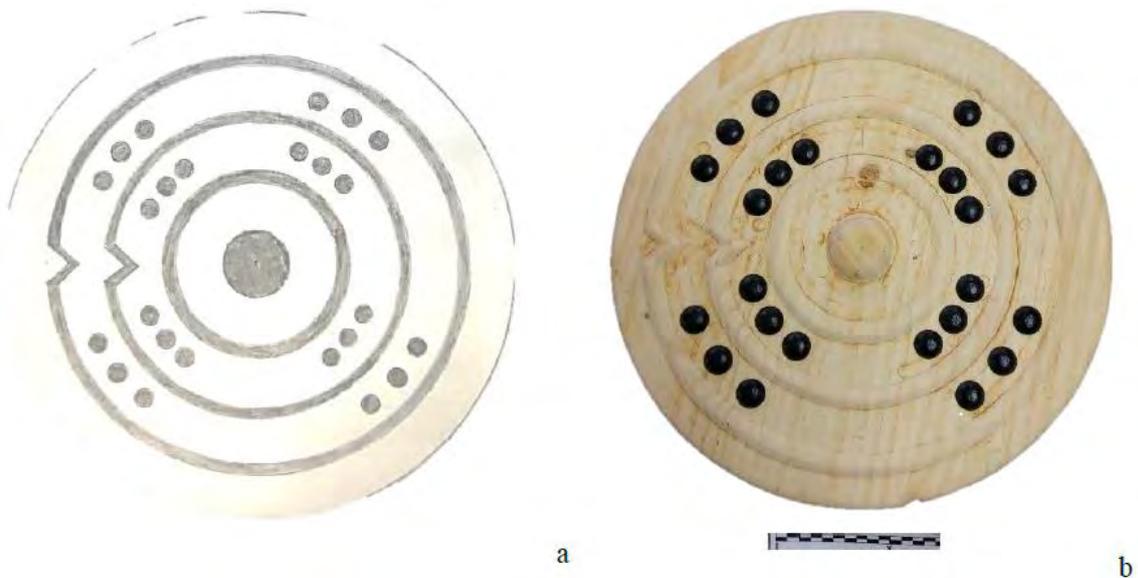


Fig. 10. Molde de madera para la elaboración de escudos de piel. a) Dibujo a mano para la elaboración del molde; b) Molde final en relieve



Fig. 11. Molde de madera "fallido" para la elaboración de escudos de piel

A partir de la pequeña experiencia realizada, el molde debe de estar realizado en negativo; es decir, cada una de las improntas que se quiera conseguir debe de estar realizadas hacia el interior, y no en relieve como pensamos inicialmente. En cualquier caso, hemos querido buscar algún paralelo en el registro arqueológico, con el fin de asegurarnos que no estamos equivocados. Y, efectivamente, ese paralelo lo hemos encontrado, curiosamente, en Irlanda. Se trata de dos moldes de madera en negativo, uno de ellos localizado en Churchfield (Fig. 4), de los cuales ya hicimos referencia en la parte inicial del presente trabajo. Por lo tanto, el nuevo molde de madera (Fig. 12), esta vez fabricado por medio de un centro de Control Numérico por Computadora (CNC), si permite elaborar escudos de piel al estilo del famoso Escudo de Clonbrin.



Fig. 12. Molde de madera en negativo para la elaboración de escudos de piel

Respecto a la preparación del proceso de martilleado, ésta se debe de llevar a cabo mediante la ayuda de una maza de madera, así como dos pequeños útiles de madera, de una tipología sencilla, para conseguir las diferentes improntas marcadas en el molde. Así, pues, hemos llegado a la fase final de la primera parte de la experimentación, siendo la misma el proceso más importante para conseguir los objetivos marcados previamente. Este proceso de martilleado se ha realizado durante 25 minutos por pieza, golpeando tan sólo dos veces en cada zona de la piel donde se pretende marcar la impronta (Fig. 14). Esto nos ha demostrado que todo este proceso es rápido, y no requiere de un gran esfuerzo, pues la impronta se queda inmediatamente en el futuro escudo (Fig. 15).



Fig. 13. Todos los materiales se encuentran listos para llevar a cabo el martilleado de la piel



Fig. 14. Proceso de martilleado, dejando la impronta en la piel



Fig. 15. Resultado final del proceso de martilleado de la piel

El último paso para concluir con esta primera fase de la experimentación, es el secado propiamente dicho. Necesitamos que la piel obtenga el grado de rigidez idóneo para su uso militar. Así, tras haber martilleado dos pieles, se pretende secar ambas piezas de diferente manera para ver qué resultados ofrecen. La primera de ellas se ha dejado en el mismo molde donde se ha llevado a cabo el proceso de martilleado, colocando encima de ella una tabla de madera con suficiente peso. Con ello, hemos querido observar si la

fase de secado es efectiva, puesto que la piel no se deformaría en ese proceso de dilatación y contracción. Respecto a la segunda piel martilleada, se ha dejado al aire libre con una serie de “tenazas” y “pinzas”, con el fin de observar si esas herramientas impiden la deformación de la piel durante el secado del mismo.

¿Qué resultados hemos podido visualizar? Ambas pieles han permanecido siete días en sus respectivas posiciones (Fig. 16), y los resultados han sido realmente dispares. Para la primera piel, su ubicación entre el molde utilizado en la fase de martilleado y un tablón de madera, no ha permitido un secado efectivo. Después de siete días, dicha piel ha continuado húmeda, lo que ha provocado una pequeña capa de moho por toda la superficie. Por este motivo, hemos creído que la decisión más acertada era que se terminase de secar correctamente al aire libre. Respecto a la segunda piel, en efecto, ha conseguido el grado de rigidez y dureza que se pretendía, aunque las tenazas no han impedido que el escudo quede deformado, y no plano como se pretendía.

La primera piel ha permanecido tres días más al sol para que finalizase de secar, y al igual que ha ocurrido con la segunda piel, también se ha deformado considerablemente. Esto nos ha hecho reflexionar de cara a futuros trabajos, preguntándonos ¿cómo podemos conseguir un escudo de piel totalmente plano? La escotadura en «V» podría tener la respuesta a esa pregunta. Por ahora, hemos conseguido dos escudos que, a primera vista, parecen ser muy resistentes (Fig. 17).



Fig. 16. Pieles en la fase inicial de secado



Fig. 17. Resultado final de los escudos elaborados. a) Escudo nº 1; b) Escudo nº 2

### Segunda fase de la experimentación

La segunda fase de la experimentación, pretende probar la resistencia de estos escudos de piel ante un arma ofensiva como viene siendo una espada de bronce (Fig. 18). El objetivo es observar si realmente es eficiente un escudo de piel sin ningún tipo de armazón suplementario. La espada que vamos a utilizar para esta segunda fase de la experimentación, elaborada por Neil Burridge<sup>2</sup>, presenta un peso de 0,696 Kg, con las siguientes medidas:

- Espada: 63 cm.
- Hoja: 48,5 cm
- Ancho: 4 cm



Fig. 18. Espada de bronce para llevar a cabo la segunda fase de la experimentación

El objetivo es realizar varios impactos en ambos escudos, a la misma distancia y con la misma fuerza, jugando con dos posiciones de ataque: ataque lateral, golpeando con el filo de la hoja, y ataque frontal, golpeando con la punta de la espada. Los resultados no han

podido ser más sorprendentes. En efecto, los escudos –situados sobre un saco de arena– han resistido perfectamente a cada uno de los impactos realizados.



Fig. 19. Impacto sobre el Escudo nº 2

## RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Lo que comenzó como un trabajo con muchas dudas, con muchos problemas planteados, muchas hipótesis y variables, ha terminado por ser un estudio esencial para el conocimiento armamentístico de las poblaciones de la fachada atlántica durante el Bronce Final. Esto se puede afirmar una vez hemos visto los resultados de la segunda fase de la experimentación, una prueba de resistencia que ha dado unos resultados verdaderamente interesantes. Los escudos han soportado cada uno de los golpes, dejando tan sólo distintas huellas de corte, como se observa en el Escudo nº 2 (Fig. 20), pero no perjudicando de modo alguno a la consistencia y la solidez del mismo. Resulta necesario señalar la ineficacia de la espada de bronce utilizada, puesto que, tras varios impactos en el escudo, ha llegado a presentar un ligero doblamiento. Por límites de espacio, no vamos a entrar en detalles sobre la efectividad de este tipo de espadas, un tema que, por otro lado, ya se han realizado estudios previos (Carrión *et alii*, 2002).



Fig. 20. Resultado final del Escudo nº 2

Los cortes que presenta el Escudo nº 2 (Figs. 21 - 23) demuestran cada uno de los impactos realizados, unos cortes superficiales que no han dañado a la estructura de esta arma defensiva. El corte más largo tiene una longitud de 45 cm, curioso si recordamos que la hoja de la espada mide 48,5 cm, mientras que los cortes restantes se mueven entre los 38 cm y los 20 cm.



Fig. 21. Foto de detalle de los cortes que presenta el Escudo nº 2



Fig. 22. Foto de detalle de los cortes que presenta el Escudo nº 2



Fig. 23. Foto de detalle de los cortes que presenta el Escudo nº 2 (© J. del Reguero)

Conviene señalar el peso que presentan los escudos elaborados –el Escudo nº 1 presenta un peso de 0,424 g, mientras que el Escudo nº 2 es algo inferior, con 0,374 g–, pues la ligereza del mismo resulta ser de gran importancia en un contexto bélico. Así, ligereza y solidez se convierten en dos características fundamentales para el arte de la guerra de las poblaciones del Bronce Final.

Finalizamos, de esta manera, un trabajo con muchas dudas aún sin resolver. A pesar de todo el esfuerzo empleado para conseguir un escudo totalmente plano, la fase de secado de la piel ha deformado notablemente el mismo. Esto no deja de ser un problema pero, a la vez, una oportunidad única para seguir investigando sobre toda esta cuestión. Revisando nuevamente la bibliografía existente sobre los escudos con escotadura en el

Bronce Final, un artículo de M. García de Figuerola podría darnos la respuesta a esta problemática. Según este autor, para explicar la funcionalidad de la escotadura, “no parece lógico pensar en problemas de dilatación y contracción de los materiales empleados en el escudo de tal manera que la escotadura vendría a contrarrestar estos efectos. Reconocemos que es ésta una explicación gratuita a falta de estudios de tipo experimental” (cit. en. García de Figuerola, 1982: 175). Es curioso, cuanto menos, cómo a finales del siglo XX ya se echaban en falta estudios experimentales; en cualquier caso, lo que ha venido siendo una explicación “gratuita”, podría por terminar de dar la solución.

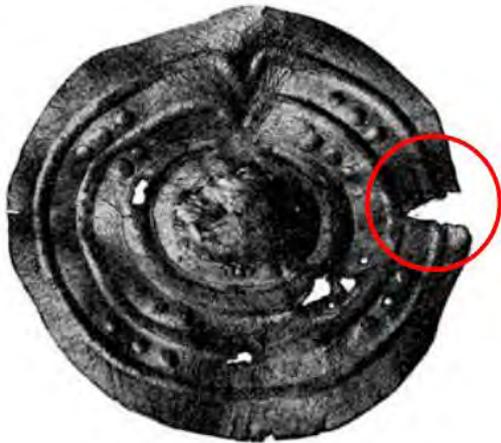


Fig. 24. Escudo de Clonbrin. Detalle de una posible escotadura para el secado de la piel (Coffey, 1913)

Observamos cómo desde un primer acercamiento empírico al problema, este trabajo está permitiendo realizar nuevos estudios experimentales de cara al futuro. El primero de ellos viene a ser la elaboración de escudos de piel con una escotadura real, y no decorativa, como hemos venido haciendo nosotros en este proyecto basado en el Escudo de Clonbrin. Sin embargo, a pesar de señalar cómo las escotaduras en este escudo son meramente decorativas o simbólicas, nos ha

empezado a llamar la atención otro aspecto: un corte triangular situado en el borde (Fig. 24). ¿Tendría dicha escotadura algo que ver con esa fase de dilatación y contracción de la piel? Aquí queda formulada una nueva pregunta para futuros trabajos de Arqueología Experimental.

En la introducción del presente trabajo hablábamos de la importancia de la Arqueología Experimental como modelo de contrastación de hipótesis de forma rigurosa. Con este pequeño proyecto, ha quedado atestiguada la importancia de la experimentación para el investigador, puesto que, un trabajo práctico nos ha permitido establecer una nueva hipótesis sobre la elaboración de los escudos con piel animal sin ningún soporte suplementario, durante el Bronce Final atlántico y, con ello, su más que posible uso militar. Por supuesto, aún queda muchísimo trabajo por hacer, muchos proyectos de investigación que, esperemos, tomen como punto de partida todos los resultados mostrados en este trabajo.

## AGRADECIMIENTOS

Cuando te aventuras a realizar un trabajo tan ambicioso como el que se ha realizado en estas páginas, resulta imprescindible tomar la ayuda de innumerables amigos y colaboradores para que todo el esfuerzo se encamine hacia un buen puerto. En primer lugar, mostrar mi agradecimiento al Dr. Javier Baena Preysler y Dr. Felipe Cuartero Monteagudo por todos los consejos aportados para la elaboración de este trabajo, que no han sido pocos. Agradecer, asimismo, al doctorando Guillermo Bustos Pérez toda la ayuda prestada en la elaboración del mismo.

Por otro lado, no quiero terminar este apartado de agradecimientos sin citar a la empresa SPAIN LEATHER 2006 S.L. por su amabilidad a la hora de conseguir la materia prima principal para la realización de este trabajo: la piel. Resaltar el trabajo de Rubén Díez y Miguel Ángel del Reguero quienes, con su trabajo en la elaboración de un molde en positivo, han demostrado como el fallo no deja de ser una oportunidad de llegar a la respuesta. Imposible olvidarme de alguien como Neil Burridge, cuyos consejos me han permitido martillar y golpear este proyecto. Y, finalmente, agradecer enormemente a mis compañeros Cristina Cabrera, Ana Díaz, Marina González, Carlos Fernández, Alejandro Martín, Sara López, Gabriela Polak y Alberto Romero, toda la ayuda aportada que, de una u otra manera, me han permitido finalizar este trabajo de Arqueología Experimental.

## BIBLIOGRAFÍA

ALMAGRO BASCH, M. (1966): *Las estelas decoradas del Suroeste peninsular*. C.S.I.C., Madrid.

ARMSTRONG, E. C. R. (1908): "Prehistoric leather shield found at Clonbrin, County Longford". *Proceedings of the Royal Irish Academy* 27: 259-262.

BAENA, J. (1997): "Arqueología Experimental, algo más que un juego". *Boletín de Arqueología Experimental* 1: 2-5.

BAENA, J. (1998): *Tecnología lítica experimental. Introducción a la talla de utillaje prehistórico*. BAR Internacional Series 721, Oxford.

CABALLERO, C. (2011): *Historia de los curtidos de las pieles*. Editorial Club Universitario, Alicante.

CARRIÓN, E.; BAENA, J. y BLASCO, C. (2002): “Efectismo y efectividad de las espadas argáricas a partir de una réplica experimental del ejemplar de La Perla (Madrid) depositado en el Museo Arqueológico de Cataluña”. En I. Clemente, R. Risch y J. F. Gibaja (Coords.): *Análisis funcional: su aplicación al estudio de sociedades prehistóricas*. Archaeopress, Oxford: 285-294.

CASTRO, P. V.; LULL, V. y MICÓ, R. (1996): *Cronología de la Prehistoria Reciente de la Península Ibérica y Baleares (c. 2800 – 900 cal ANE)*. BAR Internacional Series 652, Oxford.

CELESTINO, S. (2001): *Estelas de guerrero y estelas diademadas. La precolonización y formación del mundo tartésico*. Bellaterra Arqueología, Barcelona.

COFFEY, G. (1913): *The Bronze Age in Ireland*. Hodges Figgis & CO, Dublín.

COLES, J. M. (1962): “European Bronze Age Shields”. *Proceedings of the Prehistoric Society* 28: 156-190.

EOGAN, G. (1964): “The Later Bronze Age in Ireland in the light of recent research”. *Proceedings of the Prehistoric Society* 30: 268-351.

GARCÍA DE FIGUEROLA, M. (1982): “Nueva estela decorada del tipo II en San Martín de Trevejo (Cáceres)”. *Zephyrus* 34-35: 173-180.

HARDING, A. F. (2003): *Sociedades europeas en la Edad del Bronce*. Ariel, Barcelona.

HENCKEN, H. (1950): “Herzsprung shields and Greek trade”. *American Journal of Archaeology* 54: 294-309.

HERNANDO, A. (1976): “Representaciones del escudo en la Península Ibérica: escudos en estelas”. *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la UAM* 3: 127-135.

JOPE, E. M. (1951): “A Late Bronze Age shield mould of Wood from country Antrim”. *Ulster Journal of Archaeology* 14: 62-65.

MEDEROS, A. (2012): “El origen de las estelas decoradas del Suroeste de la Península Ibérica en el Bronce Final II (1.325-1.150 a.C.)”. En J. Jiménez Ávila (Coord.): *SIDEREUM ANA II. El río Guadiana en el Bronce Final*. C.S.I.C., Mérida.

ONGIL, M. I. (1983): “La estela decorada de Almoharín”. *Vettonia* 1: 5-13.

QUESADA, F. (2010): *Armas de la Antigua Iberia. De Tartessos a Numancia*. La Esfera de los Libros, Madrid.

RAMOS SAINZ, Ma. L. (2002): “Historia de la tecnología cerámica: ensayo experimental de su manufactura”. En J. Torres (Coord.): *Historica et Philologica: in honorem José María Robles*. Universidad de Cantabria, Santander: 255-284.

SOUTOU, J. (1962): “La stèle au bouclier à échancrures en V de Substantion (Casteluanle-Lez, Hérault)”. *Ogam* 14: 521-546.

# ACERCÁNDONOS AL MUNDO DEL TATUAJE EN LA PREHISTORIA: UN CASO EXPERIMENTAL EN TORNO A LOS TATUAJES DE ÖTZI

Approaching the Tattoo World in Prehistory: an experimental case around Ötzi's tattoos

Lorena Garvin Arcos<sup>1</sup>

*Fecha recepción:* 14/11/2016

*Fecha aceptación:* 30/11/2016

## RESUMEN

En este trabajo abordamos el mundo del tatuaje y las modificaciones corporales en la Prehistoria desde un punto de vista experimental, traceológico y etno-arqueológico. Realizamos una experimentación con el fin de solucionar algunas de las problemáticas que giran en torno a los tatuajes que lleva consigo el célebre ‘‘Hombre de Hielo’’, también conocido como Ötzi. Ello nos ha acercado a las posibles técnicas y materiales con los que se podrían realizar tatuajes durante en la Prehistoria. Los resultados obtenidos han alcanzado nuestras expectativas y consideramos que podrían resultar útiles para futuras investigaciones de mayor calado.

**Palabras clave:** Hombre de Hielo; momia; tatuajes; arqueología experimental; Calcolítico; etno-arqueología; modificaciones corporales; traceología.

## ABSTRACT

In this paper we address the world of Tattoo and body modification in Prehistory from an experimental, use-wear analysis and ethno-archaeological view. We conducted an experiment in order to solve some of the problems that revolve around tattoos that carries the famous ‘‘Iceman’’, also known as Ötzi. This has brought us closer to the possible techniques and materials that could be made in tattoos during prehistoric times. The results have achieved our expectations and we believe that could be useful for future researches in greater depth.

**Keywords:** Iceman; Ötzi; mummy; tattooing; experimental archaeology; Copper Age; ethnoarchaeology; use-wear analysis.

---

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Madrid / [lorena.garvin@estudiante.uam.es](mailto:lorena.garvin@estudiante.uam.es)

## 1. INTRODUCCIÓN AL CALCOLÍTICO. CONTEXTO CRONO-CULTURAL

El celeberrimo ‘‘Hombre de Similaun’’, cronológicamente localizado entre el 3370 AC y 3100 AC<sup>2</sup>, está asociado a las culturas alpinas calcolíticas de Tamins-Carasso-Iseras 5 en la zona del Sur del Tirol, influenciado a su vez por la cultura Remedello del valle del Po (Samadelli *et al.* 2015). Aunque también se han propuesto como probables otras culturas a las que podría pertenecer dicho individuo, como las culturas Horben (cuyo origen está en Suecia), la austríaca cultura Baden o las culturas Altheim y Chamer de la zona del Tyrol (Spindler 1995; Südtiroler Archäologiemuseum<sup>3</sup>).

## 2. ¿QUIÉN ES ÖTZI Y QUÉ SABEMOS DE SUS TATUAJES?

Ötzi, o también ‘‘Hombre de los Hielos’’, ‘‘Hombre de Similaun’’ u ‘‘Hombre de Hauslabjoch’’, son los nombres por los que conocemos o nos referimos al hablar del individuo masculino adulto que quedó momificado debido a condiciones naturales y que fue casualmente hallado por una pareja de alpinistas alemanes en 1991 en el Valle de Ötz (Alpes de Ötztal, a 3200 msnm); concretamente en la zona que hace frontera y divide Austria e Italia.

Dicho individuo lleva consigo un total de 61 tatuajes (Samadelli *et al.* 2015). Estos tatuajes, mayoritariamente, son lineales: de una, dos, tres, cuatro y siete líneas. Pero también encontramos dos cruces: una en la rodilla derecha y otra en la parte dorsal del tobillo izquierdo. Todos ellos realizados con tinta con base de hollín, excepto la cruz de la rodilla derecha, cuyo colorante fue elaborado a base de ceniza de carbón vegetal (según Pabst *et al.* 2009). Las medidas de los mismos están entre los 7 mm y los 40 mm de longitud y entre 1 mm y 3 mm de ancho (Samadelli *et al.* 2015).

## 3. HISTORIA, ETNOGRAFÍA Y SIMBOLOGÍA DEL TATUAJE

Si nos interesamos por la historia del tatuaje, con una simple búsqueda bibliográfica, enseguida nos daremos cuenta de lo complicado que resulta dar explicaciones sobre los posibles métodos, materiales y funcionalidades del tatuaje en ciertas épocas carentes de fuentes escritas, como la Prehistoria. Muchos autores han presupuesto que el tatuaje podría darse ya en el Paleolítico Superior, siendo una

---

<sup>2</sup> Fechas calibradas.

<sup>3</sup> <http://www.iceman.it/en/cultural-group>, última consulta 29/05/2016.

manifestación artística más (aparte del arte parietal y rupestre) ligada, por tanto, a la naturaleza del hombre. Marthe Péquart en *Grotte du Mas d'Azil (Ariège), une nouvelle galerie magdalénienne* (1962) identificó una serie de agujas y una pelvis cuya cavidad articular que se habría aprovechado para contener los colorantes, según su interpretación, así como otras piezas también incluidas en lo que él mismo denominó “instrumentos de un kit de tatuaje”. Otra evidencia con cierta antigüedad es la momia de Chinchorro (MO-1 T28 C22), la cual en un principio acarrió ciertas discusiones en el mundo académico a raíz de las afirmaciones hechas por M. J. Allison en 1996, quien proponía que este individuo momificado era el más antiguo tatuado, mucho más que el propio “Hombre de los hielos”. Siendo la momia de Chinchorro (2563-1972 A.C.) otra de las momias más antiguas tatuadas, después de Ötzi, ésta no podría pasar desapercibida en nuestro estudio, al igual que tampoco podríamos dejar de hablar de la llamada “sacerdotisa” de Hathor (2134-1991 AC), otro individuo momificado cuyos tatuajes no han pasado desapercibidos ni si quiera para la prensa internacional.

Los tatuajes, si acudimos al registro etnográfico, pueden llegar a tener diversas y múltiples interpretaciones y funcionalidades, según la cultura o época a la que se adscriban. Estas decoraciones corporales pueden actuar como ritos de paso, señales de paso a la madurez o mayoría de edad, o bien pueden actuar como símbolo de estatus social, así como señal de prestigio por victorias en batallas u otros honores, e incluso demostrar linaje o afiliación a algún colectivo o etnia. Por no hablar de aquellos tatuajes usados en rituales chamánicos, que suelen ser interpretados como símbolos adyuvantes durante la conexión con el mundo espiritual (Samadelli *et al.* 2015; Renaut 2014).

Sin embargo, los tatuajes que lleva consigo Ötzi han sido interpretados como terapéuticos. ¿Pero qué sabemos acerca de ello? En el registro arqueológico podemos encontrar un ejemplar momificado de Perú con unos mil años de antigüedad, hallado en Chiribaya Alta. Esta momia lleva consigo una serie de tatuajes de clara intención terapéutica (al menos el tatuaje localizado en la zona de la nuca), cuya tinta sería una no muy diferente a la de Ötzi: hecha en base de hollín (entre otros componentes) (Pabst *et al.* 2010). Sin olvidar a las momias de Pazyryk, halladas bajo el Kurgán 2 de los montes de Altai (Siberia): el individuo masculino lleva tatuados una línea de puntos a lo largo de la columna que han sido comúnmente interpretados como terapéuticos (Spindler 1995). Etnográficamente, los Yuki de California, los Ainu de Japón, los Chippewa, Meskawski de Norteamérica, etc. nos proporcionan datos sumamente interesantes. En la actualidad,

por otra parte, los grupos Kayan de Sarawak siguen practicando el tatuaje terapéutico, quienes al igual que el individuo que estamos estudiando, también usan tintas a base de pigmentos derivados del carbón vegetal (Krutak, 2015). El hecho de que a estas tres momias se interprete como poseedoras de tatuajes terapéuticos es debido a las localizaciones estratégicas en las que estos dibujos se encuentran, en el caso de Ötzi, además, estudios han comprobado como el individuo padecía artrosis y reumatismo en aquellos lugares donde fueron localizados muchas de estas líneas y cruces, así como el grupo de líneas que se detecta junto a su columna vertebral, como ocurría con la momia de Altai antes citada (Renaut 2004).

#### **4. LA EXPERIMENTACIÓN**

##### **4.1. Limitaciones y delimitaciones. Recursos técnicos, materiales y metodología.**

Como ya se habrá presupuesto, recurriendo a la etnografía, podríamos incluir una multitud de herramientas, pigmentos y técnicas como añadidos al experimento. Sin embargo, en esta experimentación pretendíamos partir del registro arqueológico al cual pertenece crono-culturalmente nuestro “Hombre de los Hielos”. Entre los enseres que llevaba consigo Ötzi, se encontró un metacarpo apuntado, con una acanaladura. Spindler (1995: 258) barajó la posibilidad de que la pieza ósea pudiera haber sido usada para la elaboración de los tatuajes de la momia, pero tampoco desechara que alguno de los útiles líticos que también figuraban entre sus pertenencias, como por ejemplo un buril, hubieran sido utilizados con el mismo fin. Por ello mismo, fueron incluidos en nuestro programa experimental las agujas hechas en industria ósea y lítica, así como el asta, por ser un material parecido al hueso. La opción de introducir el cobre puede que también resulte obvia: Ötzi llevaba consigo un hacha de cobre, con lo cual se da por sentado que tanto este individuo como la comunidad de la que procedía conocía ya el trabajo de este metal (Spindler 1995). Conocemos en el registro arqueológico varios punzones de cobre, los cuales además, muchas de las veces, son difíciles de interpretar y, puesto que no han faltado teorías proponiendo el uso de los mismos para el terreno del tatuaje, la opción de introducirlos nos resultó interesante.

De hecho, podríamos haber introducido “agujas” de diversas materias orgánicas: espinas animales, espinas vegetales o incluso madera. Por falta de espacio y tiempo,

creímos que estos materiales podrían ser incluidos en posteriores trabajos, como añadidura a los resultados de este mismo estudio.

Otra limitación que habría que tener en cuenta es la falta de técnica, puesto que esta autora no tiene demasiada práctica en la materia. Hubiera sido ideal que el trabajo hubiera sido elaborado por la mano de un tatuador profesional. Sin embargo, no quisiéramos dejar de apuntar que fuimos cuidadosamente guiados y aconsejados por tres tatuadoras distintas, cuya información nos fue de grata ayuda.

Como justificación a este proyecto experimental, cabría decir que lo que realmente motivó a la autora fue la ausencia de trabajos en este aspecto, al menos sobre Ötzi. Un trabajo experimental acerca de tatuajes, pero no sobre los del Hombre de Similaun, el cual nos inspiró es el desarrollado por A. Deter-Wolf, un experto en la materia, y T. M. Peres (2013) acerca de unas comunidades etnohistóricas del este de Norteamérica, cuya lectura recomendamos.

## **4.2. Desarrollo y protocolo de la experimentación.**

### **4.2.1. Programa experimental: objetivos, variables y planificación**

Se desarrolló un programa experimental partiendo de las posibilidades, delimitaciones y limitaciones ya expuestas, partiendo también del objetivo a responder: ¿qué tipo de agujas se pudo utilizar para hacer los tatuajes que lleva consigo la momia encontrada en los Alpes? Para ello, se desarrolló un programa haciendo una variación de dos tipos de colorantes (A y B), combinando las dos técnicas seleccionadas (presión y percusión indirecta), utilizando los diferentes materiales (agujas de asta, hueso, sílex, cobre y espinas de boga) sobre un mismo soporte, en este caso piel de cerdo (externa y depilada) (Tabla 1).

		<b><u>Asta</u></b>	<b><u>Hueso</u></b>	<b><u>Sílex</u></b>	<b><u>Cobre</u></b>
Colorante A	<b>Presión</b>	1A	3A	5A	7A
	<b>Percusión</b>	2A	4A	6A	8A
Colorante B	<b>Presión</b>	1B	3B	5B	7B
	<b>Percusión</b>	2B	4B	6B	8B

Tabla 1 Esquema del programa experimental.

Así pues, cabría señalar ante lo dicho que habríamos establecido las variables de la siguiente manera:

- **Variables fijas:** La materia elegida para ser trabajada (piel de cerdo), el tiempo que íbamos a usar cada una de las agujas (media hora) y la composición de la tinta (los dos colorantes, A y B).
- **Variables independientes:** Las dos técnicas de tatuaje seleccionadas, así como los diversos materiales de los que están hechos las mismas agujas.
- **Variable dependiente:** La efectividad de la aguja (experiencia, traceología) sobre la piel ya tatuada, así como la reacción de ambos colorantes (comparándolo todo ello con los tatuajes de Ötzi).



Fig. 2. Fotografía de los productos usados en el proceso de limpieza

Antes de empezar con el experimento, se dibujaron las agujas (véase *Anexo 2*) y se las fotografió con una cámara común. Estas fotografías nos servirían para la elaboración de láminas que se adjuntan en el *Anexo 1*, junto con las fotografías a lupa binocular<sup>4</sup> que se usaron para el estudio traceológico de estas mismas piezas. De la misma forma, antes de tomar las fotografías a lupa binocular, se examinaron las piezas en diferentes aumentos, tanto antes como después de tatuar, para que cada una de las anomalías y huellas pudieran ser debidamente descritas y apuntadas. También se tomaron medidas de las mismas.

Debemos apuntar, que tras la experimentación las agujas tuvieron que pasar por un proceso de limpieza, bajo los estrictos consejos del personal técnico del Laboratorio de Arqueología de la UAM: las piezas de sílex fueron limpiadas en una solución mezcla de etanol puro con agua al 50%-50% (agualcohol) y Tween-20 (jabón neutro), mientras que las piezas de asta, hueso y cobre fueron limpiadas simplemente con alcohol puro. Todas ellas, pasando por la cubeta de ultrasonidos (entre 5 y 8 minutos, según la necesidad).

#### 4.2.2. Los materiales

Los materiales elegidos nos fueron escogidos al azar, pues quedan no solo respaldados por las teorías propuestas: Spindler (1995) proponía que el metacarpo

<sup>4</sup> El equipo usado: Wild Heerbrugg, modelo M3C.

apuntado de hueso que llevaba Ötzi consigo pudiera haber sido usado (además el uso de los huesos queda totalmente respaldado también por el registro etnohistórico y etnográfico); el uso de lítica, y en especial de útiles microlíticos geométricos retocados se han propuesto en algunas ocasiones como posibles herramientas para realizar tatuajes (Domingo Martínez, 2012) (aunque en época del Hombre de Simialun, tenemos que tener en cuenta que este tipo de industria lítica está desfasada y, por ello mismo, hemos usado entre los útiles líticos seleccionados para el experimento, cierta variedad tipológica de los mismos); mientras que el uso de los punzones de cobre también ha sido propuesto en otras ocasiones para el mismo efecto (Soriano *et al.* 2012).

Todas las agujas son de elaboración propia: huesos y astas fueron extraídos de piezas óseas y de cornamentas de cérvido, dándoles un acabado final con abrasivos naturales (arenisca y ofita). De la misma forma, dimos un acabado a los punzones de cobre con dichos abrasivos naturales, tras ser martilleados previamente. Por su parte, las piezas de sílex responden a la siguiente tipología: microlito geométrico (5B), buril (5A) y golpes de buril retocados (6A y 6B).

Como ya se apuntó, decidimos que parte de los resultados iban a ir respaldados por un estudio traceológico de aquellas agujas usadas en el experimento, algo que nos ha permitido hacer conclusiones sobre su funcionalidad (junto con la experiencia y un análisis comparativo del resultado final de los tatuajes). Así pues, para ello, fue necesario someter estos útiles a fotos de binocular, tanto antes como después de la experimentación.

#### **4.2.3. Los colorantes**

En el estudio realizado por Pabst *et. al.* (2009) se detectó en la zona tatuada los siguientes elementos: hollín, almandino y variados tipos de cristales de silicatos. En base a ese estudio, por tanto, decidimos que en este experimento íbamos a usar una tinta elaborada con una base de hollín y agua. Este iba a ser el colorante base, pero puesto que también se encontró almandino ( $(Fe^{2+})_3Al_2(SiO_4)_3$ ) en la mayoría de los tatuajes estudiados por este equipo, decidimos comprobar si el mineral pudiera incidir de alguna forma en esta tinta para tatuaje y, de ser así, qué efectos le otorgaba respecto al colorante base sin almandino. Por lo tanto, a la tinta base la llamamos Colorante B, mientras que la tinta en cuya composición se le añadió almandino, Colorante A.

Las mezclas se hicieron siguiendo un patrón compositivo previamente diseñado, en el cual el Colorante A contendría un 99% de hollín y agua y un 1% de almandino. Para

el Colorante A teníamos 20gr de hollín, por lo tanto el cálculo de los gramos que debíamos incluir en la composición de esta tinta se hizo de la siguiente forma:  $20 \times 199 = 0,2gr$

Los dos gramos de polvo de almandino fueron añadidos a la mezcla, junto con el hollín, previamente mezclado con 90ml de agua. El espesor que conseguimos fue parecido al de las tintas de tatuaje industriales, semilíquido. En cuanto a la coloración habría que apuntar que no se observaron diferencias entre ambas muestras, ni en la propia preparación, ni en la piel las tintas actuaron de forma distinta. Cabría apuntar que, algo que sí detectamos, es la particular coloración negra azulada que lleva consigo Ötzi, según hemos podido constatar, se debe al propio hollín, algo que se observa mucho mejor después de haber sido congelada la piel.



Fig. 2: Almandino en bruto



Fig. 3: Proceso de destrucción del almandino, usando piedras calizas como yunque y martillo.



Fig. 4: Almandino desmenuzado en el segundo golpe. Este proceso se repitió varias veces hasta conseguir polvo.

Lo cierto es que el hollín, también conocido como negro de humo, ha sido usado como pigmento y base elemental de tintas y colorantes a lo largo de la Historia (p.e. el *atramentum* romano o la ancestral ‘tinta china’) y hasta hace relativamente poco (a finales del siglo XX se seguía usando), pese a ser una sustancia altamente carcinógena al inhalarla. Algunas tintas de tatuaje actuales siguen utilizando carbones vegetales, huelga decir que este tipo de tintas de origen vegetal tienen mala fama en el mundo del tatuaje, puesto que su durabilidad es mucho menor que aquellas tintas sintéticas o cuya composición es puramente mineral (la tonalidad azulada o verdosa que muchas veces toman los tatuajes de color negro, y que también observamos en el individuo momificado al que prestamos atención en este estudio) se deben precisamente a que están compuestas por derivados del carbón vegetal.

#### 4.2.4. Las técnicas

Las técnicas no han sido seleccionadas arbitrariamente. Tanto la punción manual sin percusión, como la punción con percusión indirecta quedan constatadas en el registro etnográfico y, por tanto, podrían ser totalmente las técnicas usadas para la confección de tatuajes en la Prehistoria.

#### 4.2.5. Desarrollo del experimento

Siguiendo el programa anteriormente expuesto, se desarrolló el experimento en dos fases: probando en una jornada las agujas asignadas al colorante A y en la posterior jornada aquellas del colorante B (tatuando 8h/jornada; un total de 16h). En todo el momento se siguió el orden preestablecido de las agujas: primero aquellas hechas en materia orgánica (2 de asta, 2 de materia ósea), y luego aquellas hechas en sílex. Posteriormente, las de cobre. Para preparar la piel de cerdo que iba a ser tatuada, debimos sumergirla en cloro (lejía) unas dos horas, con el fin de blanquearla, proporcionarle elasticidad y evitar una rápida putrefacción de la misma.



Fig. 5: Fotografías de nuestro experimento.

## 5. RESULTADOS

En base a la experiencia y al estudio traceológico (véase *Anexo I*), constatamos lo siguiente, según los materiales de las piezas experimentales:

- Las agujas de **asta**, a la hora de tatuar tienen ciertas ventajas (ventajas compartidas por las agujas elaboradas en hueso, hay que decir), como por ejemplo una muy buena absorción de la tinta que facilita la elaboración del tatuaje. Constatamos también que el diámetro ideal de una aguja hecha en asta no podría ser demasiado pequeño, ya que, como ocurrió en el caso de la pieza *2A* o incluso en el caso de la pieza *1A* tienden a experimentar algún tipo de alteración que imposibilita su uso, probablemente debido a que el material en constante humedad se debilita. En el caso de *1A*, a los 11min la punta se nos estaba quebrando, dificultándonos la tarea pero sin impedir totalmente su utilización. En el caso de *2A*, la deformación de la punta, que en este caso si impidió que pudiésemos completar el tiempo de tatuaje preestablecido (nos detuvimos a los 15min), puede que la técnica de percusión incidiera en ello. En otros casos, como las piezas *1B* y *2B*, nos pareció que podrían ser reutilizables dada su resistencia y efectividad en la punción, tanto por punción como por percusión indirecta. Otra de las anotaciones a añadir a partir de nuestras observaciones, es que para elaborar una línea con cierta homogeneidad y grosor, necesitamos entre unas 5 y 10 repeticiones, muchas menos de las que son necesarias para lograr lo mismo con las agujas hechas en cobre o sílex. Esto significa que en media hora pudimos elaborar mayor cantidad de tatuajes según el estilo que queríamos alcanzar. La funcionalidad de estas piezas quedó positivamente comprobada mediante el estudio de las huellas (*Anexo I*), sobre todo en el caso de aquellas agujas cuyo diámetro no era demasiado fino (todas excepto *2A*).

-Las observaciones que hemos apuntado para el caso de las agujas elaboradas en **hueso**, sirven también para las de industria ósea, con algunas diferencias. A los 23min, la pieza *3A*, la punta estaba lo suficientemente desgastada como para que nos dificultaba la tarea, obligándonos a ejercer mayor presión sobre la piel de cerdo. Las repeticiones necesarias para trazar el tipo de líneas predispuestas variaba entre 5 y 11, más o menos similares a las necesarias para el caso de las agujas hechas en asta. Por ejemplo, según nuestras anotaciones durante la experimentación, entre unos 6 y 7 minutos ya llevábamos tatuadas grupos de líneas de tres de cierto grosor (1,5mm – 2,5mm) y longitud (1,8cm – 2,2cm), tanto en el caso de las piezas *3B* y *4B*. De la misma forma que el asta, el hueso

absorbe mayor cantidad de tinta que aquellas agujas hechas a base de materiales inorgánicos, lo que hace posible un mayor aprovechamiento de las punciones, sin que en ello incida la técnica utilizada. La funcionalidad de estas piezas quedó positivamente comprobada mediante el estudio de las huellas (*Anexo I*), sobre todo en el caso de aquellas agujas cuyo diámetro no era demasiado fino (todas excepto *2A*).

-Para aquellos **útiles líticos** seleccionados en nuestro experimento, cabe decir que, los retocados (*5B*, *6A* y *6B*) se enganchaban en la dermis de la piel del animal, mientras que la pieza *5A* (buril), no presentaba dichos problemas, por lo que su funcionalidad es mucho mayor que el resto. Debido al agudoafilamiento de la punta de esta última pieza citada, debimos realizar muchas más repeticiones de las que necesitábamos cuando usábamos las agujas elaboradas en base a materiales orgánicos. Además, gracias a la observación en binocular, constatamos que no habíamos registrado ningún tipo de rotura (al menos en los 10x aumentos seleccionados para el estudio traceológico). En el caso de *6B*, a los 19min se produjo una rotura que nos dificultó la tarea del tatuaje, obligándonos una vez más a ejercer mayor presión para que la punción (en este caso utilizando percusión indirecta), pudiese realizarse con efectividad.

-Con los punzones de **cobre** pudimos observar que, pese a que no se observan anomalías durante la experiencia que dificulten las perforaciones (se utilice cualquiera de las dos técnicas), el propio material posee ciertas características que se constituyen como desventajas en comparación a los otros materiales usados: por ejemplo, la absorción de la tinta es nula, al resbalar la misma sobre el metal hace que el proceso se alargue en tiempo, puesto que necesitamos ir supliendo la falta de colorante a tatuar. Ello, junto con el hecho de que las perforaciones provocadas por los punzones suelen ser de tamaño menor (sobre todo en el caso de las piezas *7A*, *7B* y *8B*), hace que el número de repeticiones sea más elevado (entre 12 y 20) cuando nos proponemos a alcanzar el estilo de líneas (grosor/homogenidad/longitud) citado anteriormente. Pese que, en base a la experiencia, podríamos decir que las agujas en cobre podrían ser reutilizadas, bajo el análisis por binocular sí que pudimos observar huellas que nos hablaban del sufrimiento de la piezas tras media hora sometidas a un proceso de tatuaje continuado.

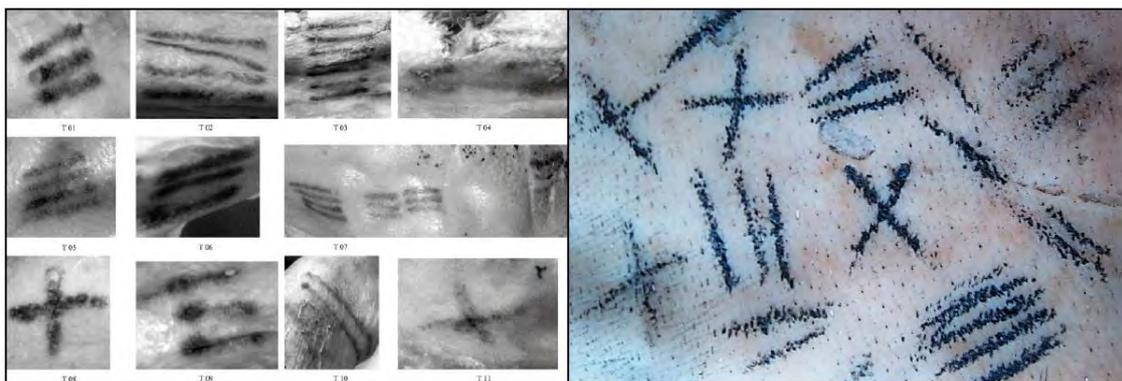


Fig. 6: Conjunto de imágenes de los tatuajes de Ötzi (izquierda), extraído de Samadelli et al. (2015) e imagen propia (derecha) de nuestros tatuajes elaborados con aguja de hueso y asta.

Por otra parte, otra forma de valorar los resultados, fue mediante un estudio comparativo de los propios tatuajes (a partir de las fotografías de los tatuajes de Ötzi, recogidos en el artículo de Samadelli *et al.* 2015, y las nuestras propias), y en base a ello, cabe destacar:

-Que las diferencias o semejanzas de los tatuajes elaborados por nuestras piezas experimentales no depende tanto del material con las que fueron elaboradas, sino de la técnica usada y las repeticiones realizadas sobre un mismo dibujo.

-Así pues, los tatuajes realizados mediante percusión indirecta no dan tan buenos resultados como aquellos hechos mediante punción manual, ya que no aseguran un buen dibujo de las líneas, siendo habitual que la punción se produzca fuera de la línea preestablecida. Por lo tanto, se asemejan más a los que lleva consigo Ötzi aquellos que fueron realizados mediante punciones sin percusión.

-De la misma forma, muestran mejor aspecto aquellos realizados con agujas asta o hueso (*Fig. 6*), frente aquellos tatuajes realizados con piezas elaboradas en base a materiales inorgánicos, puede que por las dificultades que anteriormente se han citado.

En cuanto a los colorantes, en última instancia, habría que añadir que no pudimos advertir ninguna diferencia ni en cuanto a espesor, color o resultado final sobre la piel trabajada, por lo que nos sumamos a las propuestas hechas por Pabst *et al.* (2009) que proponen el almandino, así como los distintos cristales de silicato, detectados en las zonas tatuadas como añadidos no intencionados.

## 6. VALORACIÓN Y PROPUESTAS

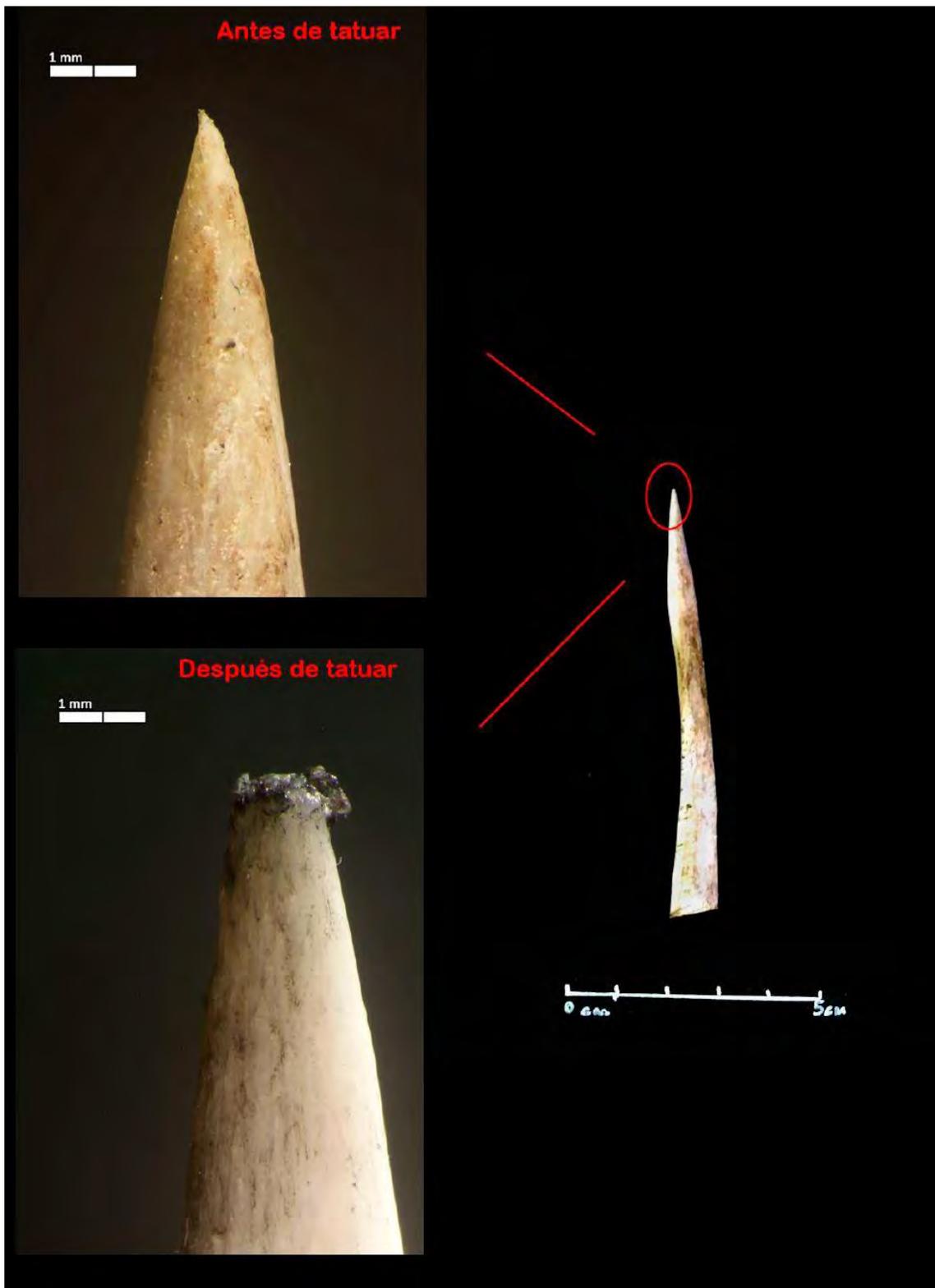
En base a los análisis traceológico y las anotaciones que hemos apuntado en el apartado anterior, proponemos que sean las agujas elaboradas a base de materiales

orgánicos las que podrían haber usado en el caso de Ötzi, si bien no podríamos descartar el uso de otros materiales que no han sido seleccionados en este estudio. Proponemos para futuras experimentaciones el uso de la madera afilada y quemada, así como el uso de espinas vegetales y animales, materias que tampoco podríamos descartar, ya que, al fin y al cabo, como también se ha comprobado en este proyecto, cualquier objeto punzante está preparado para tatuar. En este aspecto, consideramos importante que pudieran hacerse estudios sobre el metacarpo que citaba Spindler (1995) de tipo traceológico, así como para saber si en el mismo se han detectado restos de pigmento de hollín.

Otra de las cosas que nos gustaría apuntar es que por la propia naturaleza del hollín, los tatuajes que llevaba Ötzi, pudieran haber sido hechos relativamente poco antes de que el individuo pereciera, ya que durante el experimento fuimos capaces de observar que el negro de humo, al recuperar su estado polvoroso, tiende a emborronarse cuando la superficie tatuada es limpiada bajo agua. Todo ello, también como propuestas para futuros estudios, pudiera estar hablándonos de que esta tinta puede resultar no ser imborrable al cien por cien y que, con el paso del tiempo, vaya desapareciendo, pero para llegar a hacer propuestas mucho más tajantes, deberíamos llevar a cabo otro tipo de trabajo experimental aparte.

Para el caso de los colorantes, proponemos que el alamandino fuera un componente accidental (originario del hogar donde se pudo recoger el hollín, siguiendo las propuestas de Pabst *et al.* 2009)), aunque tampoco pudiéramos descartar que el propio mineral hubiera sido usado como abrasivo para afilar y/o pulir las agujas.

## 7. ANEXO 1: LÁMINAS.



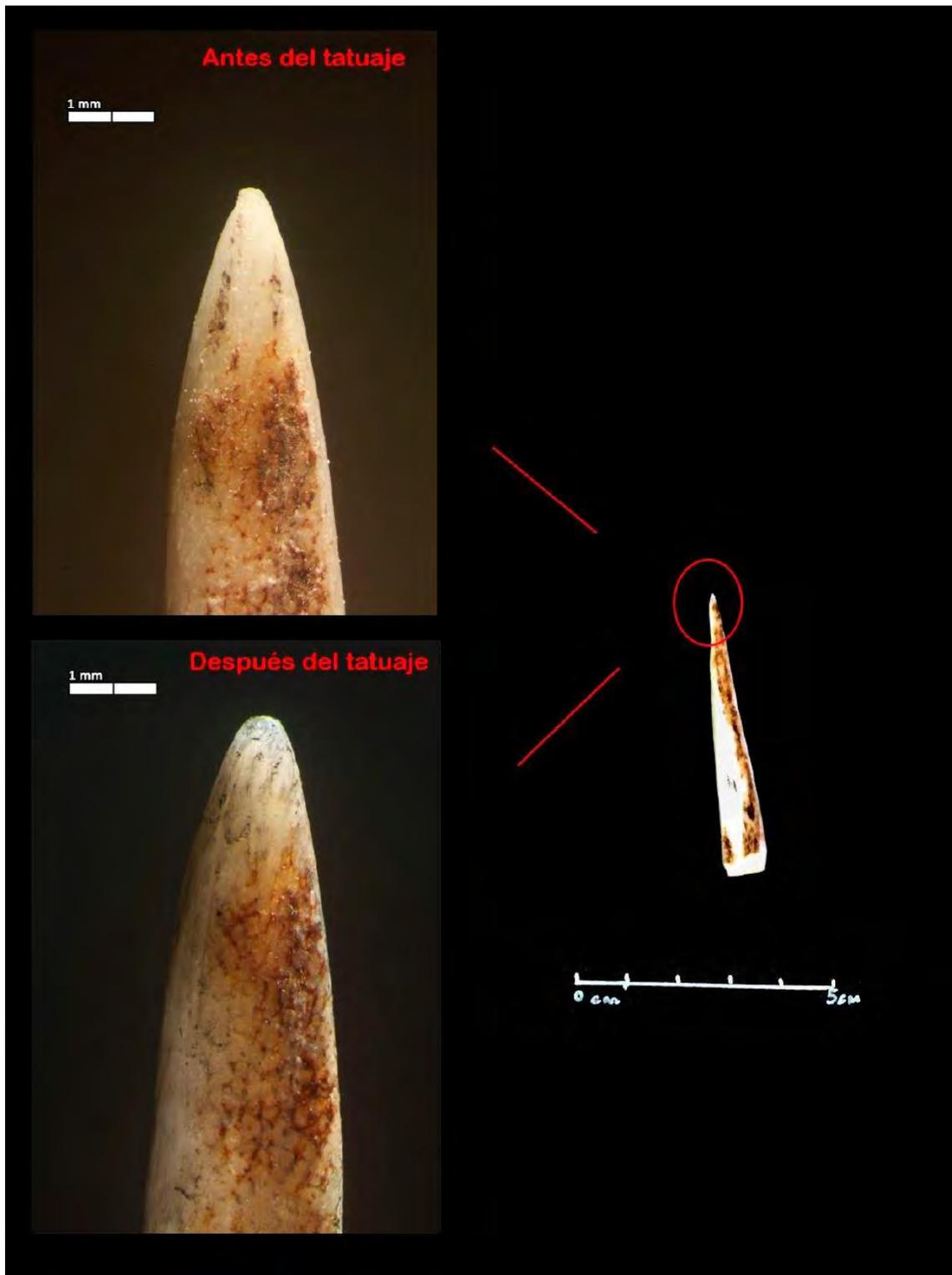
**Pieza 1A:** Se observa como se ha producido una rotura y un desgaste de la punta de la aguja, por lo que deducimos que tras media hora de trabajo su reutilización queda descartada, al menos sin un retoque de la misma (afilamiento y pulimento). Fotografías de binocular tomadas a 10x.



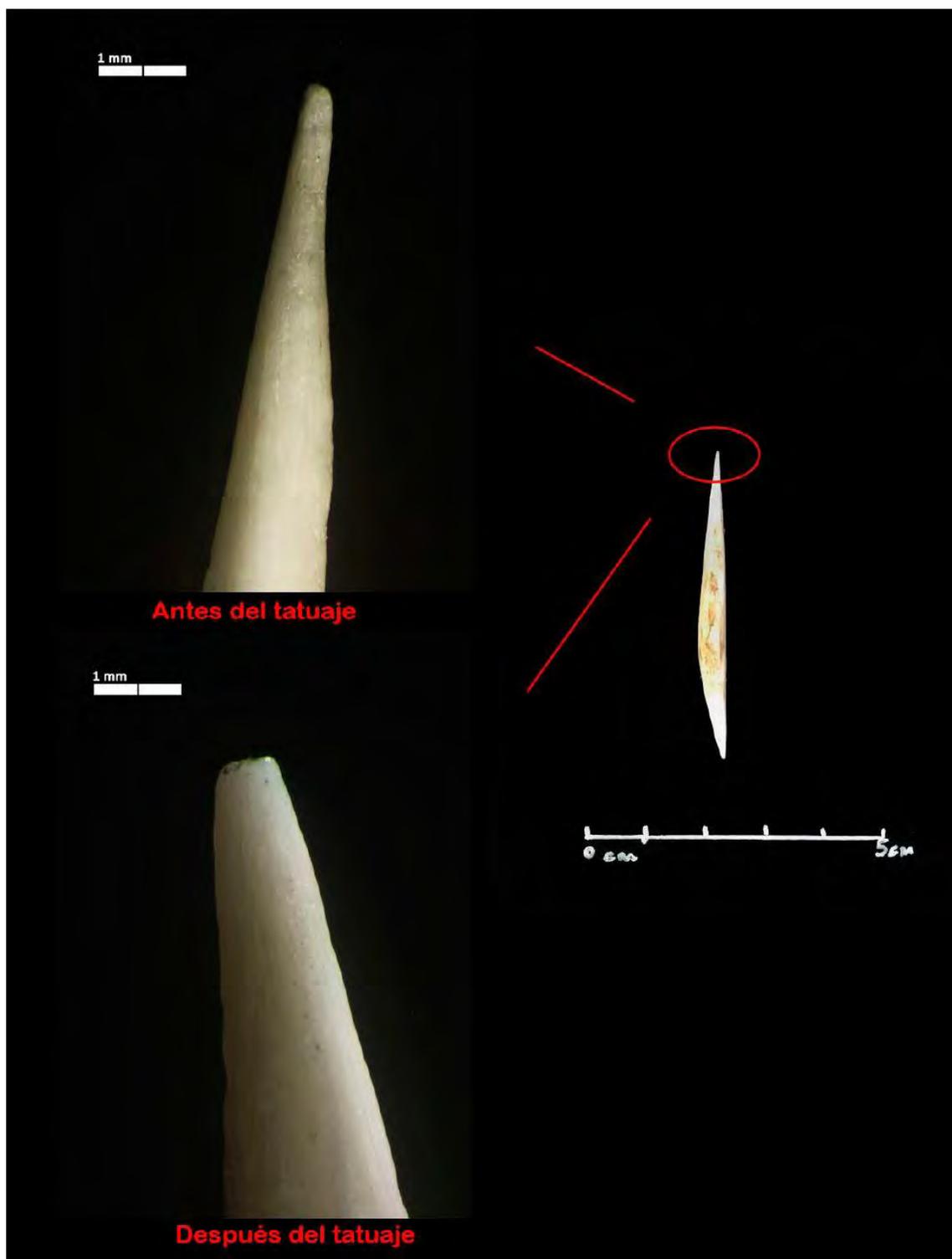
**Pieza 1B:** Se puede observar en este caso como la rotura y el propio trabajo sobre la piel de cerdo han dado un acabado final redondeado. Fotografías de binocular tomadas a 10x.



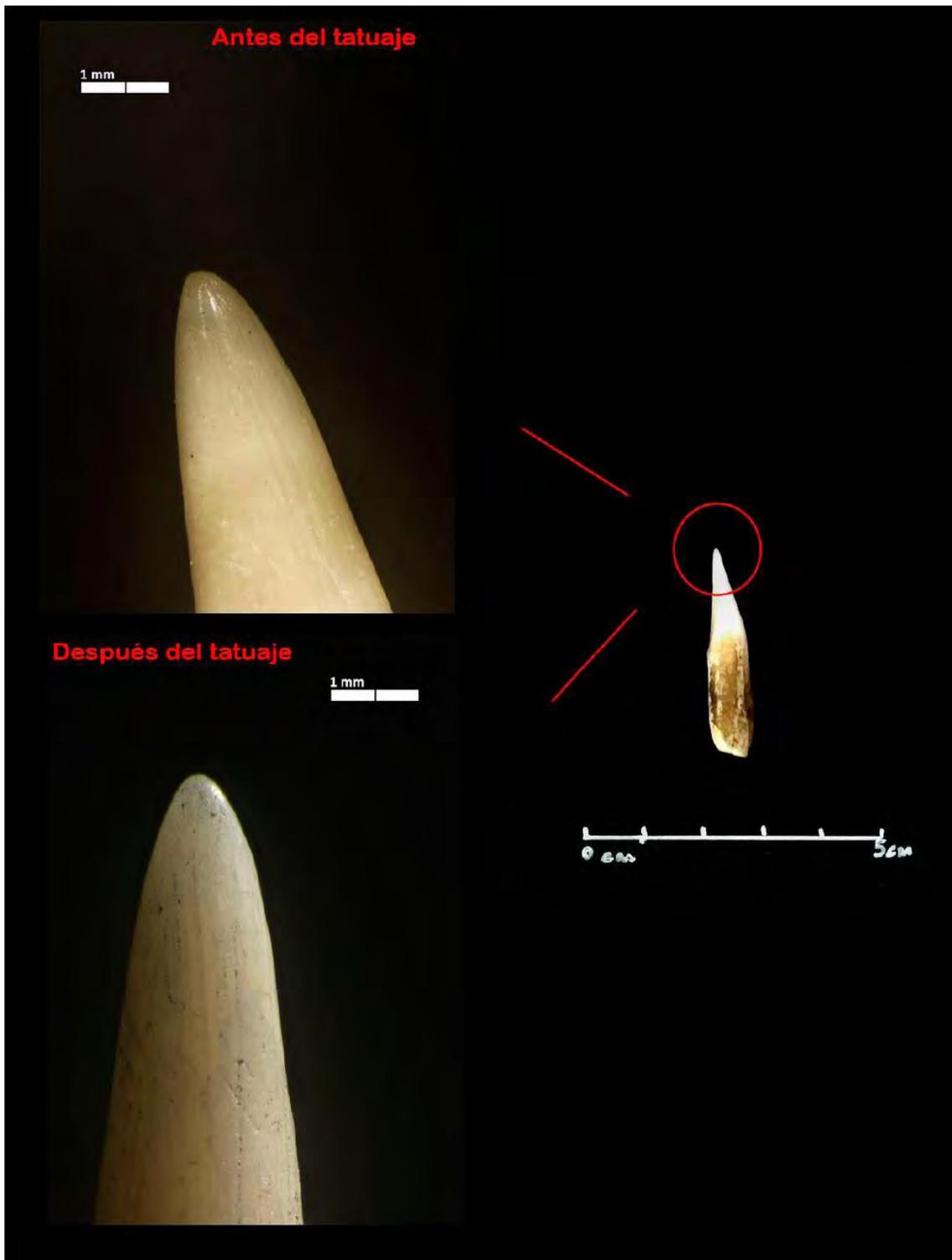
**Pieza 2A:** Esta pieza es un caso excepcional, ya que tal y como se ha anotado con anterioridad, fue la única que nos obligó a detener el experimento, a los 15 min. Su deformación, y prácticamente macrorotura, impedía que pudiésemos perforar la piel. También en la punta de la pieza se puede observar huellas tipo astillado, aunque debido al hollín impregnado es difícil hacer una descripción detallada. Fotografías de binocular tomadas a 10x.



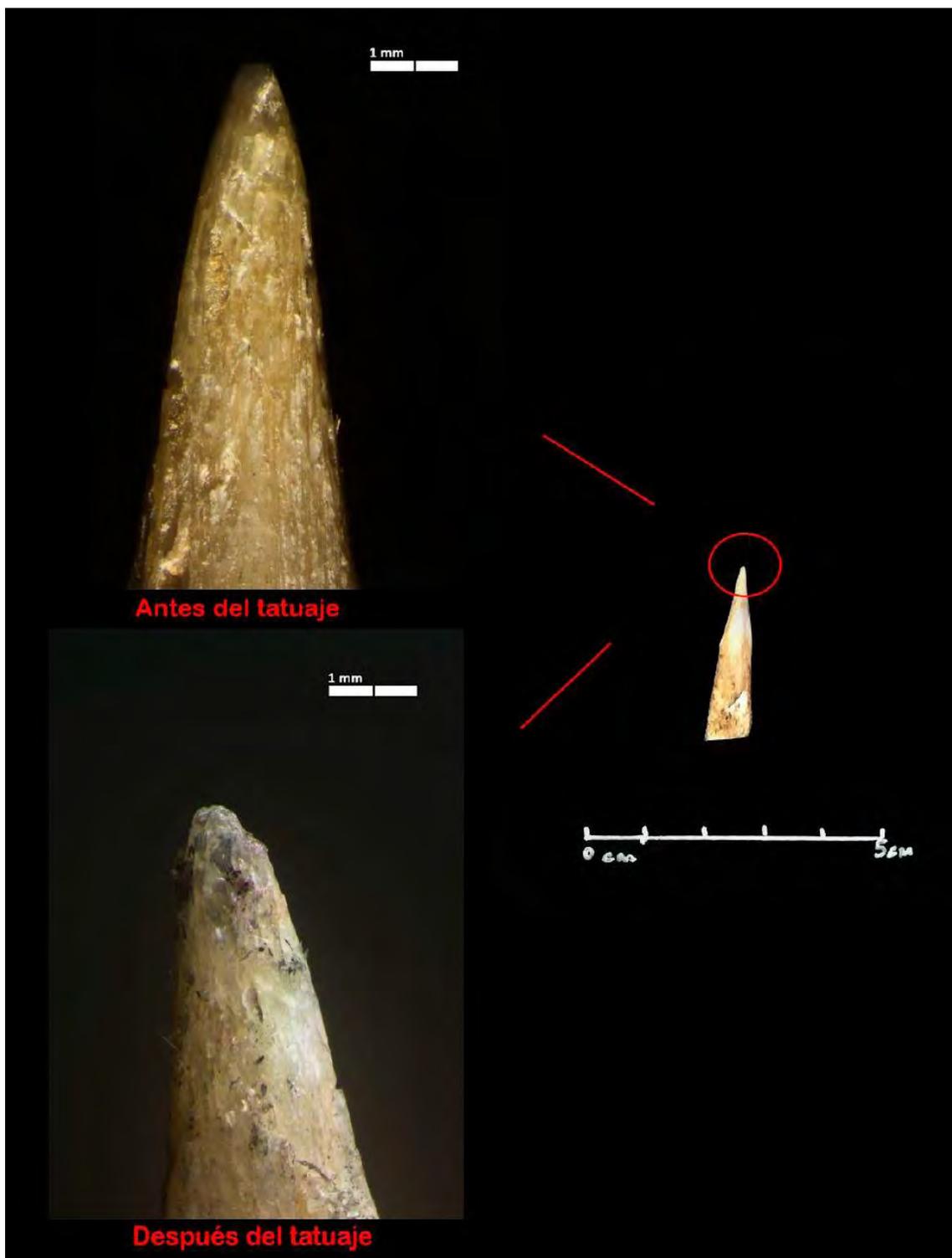
**Pieza 2B:** En esta pieza observamos que las huellas no son tan invasivas como en los casos anteriores: se observa un redondeamiento en la punta, de una posible microrrotura y el propio trabajo de la pieza. Fotografías de binocular tomadas a 10x.



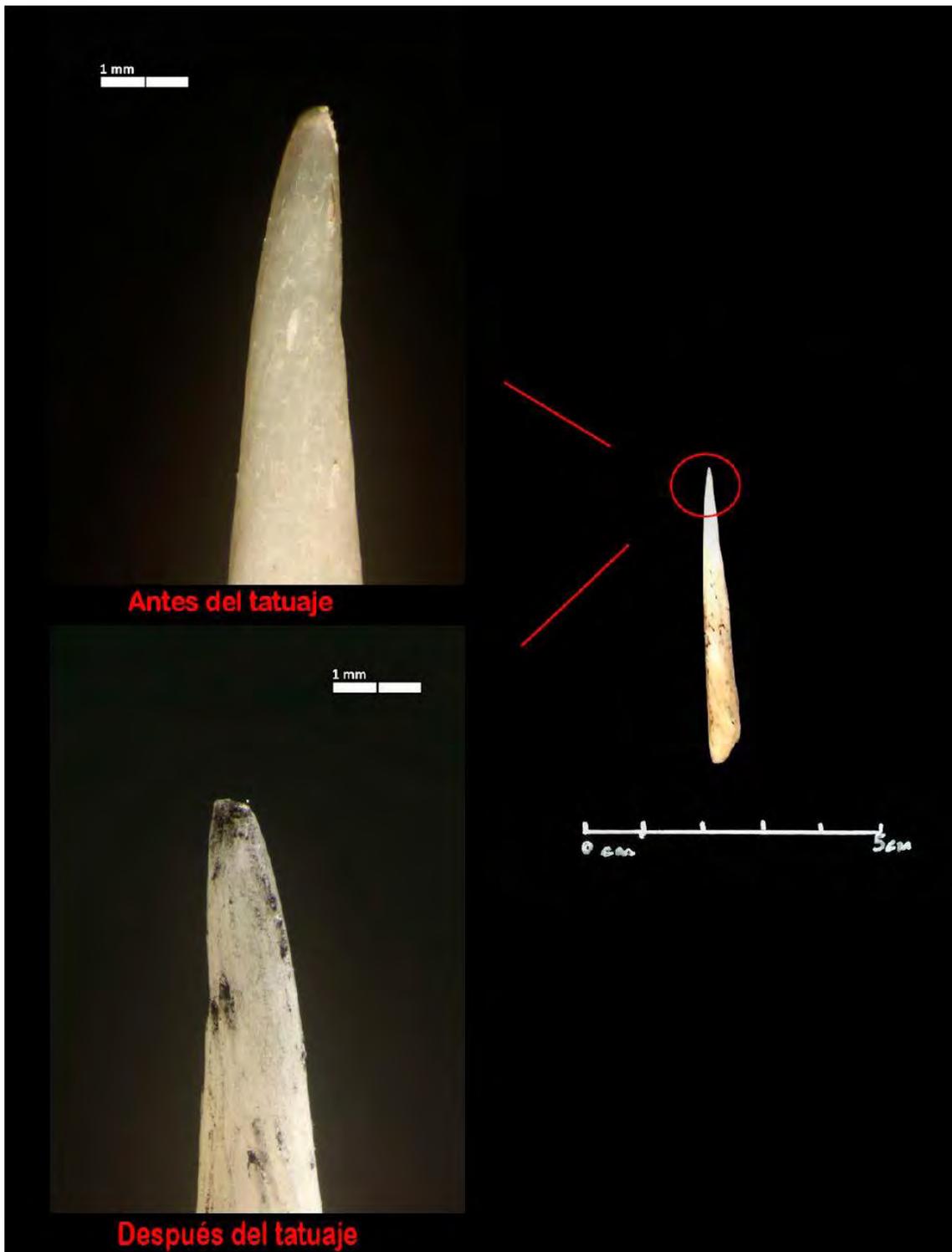
**Pieza 3A:** En esta pieza detectamos una microrrotura prácticamente imperceptible a 10x. Fotografías de binocular tomadas a 10x.



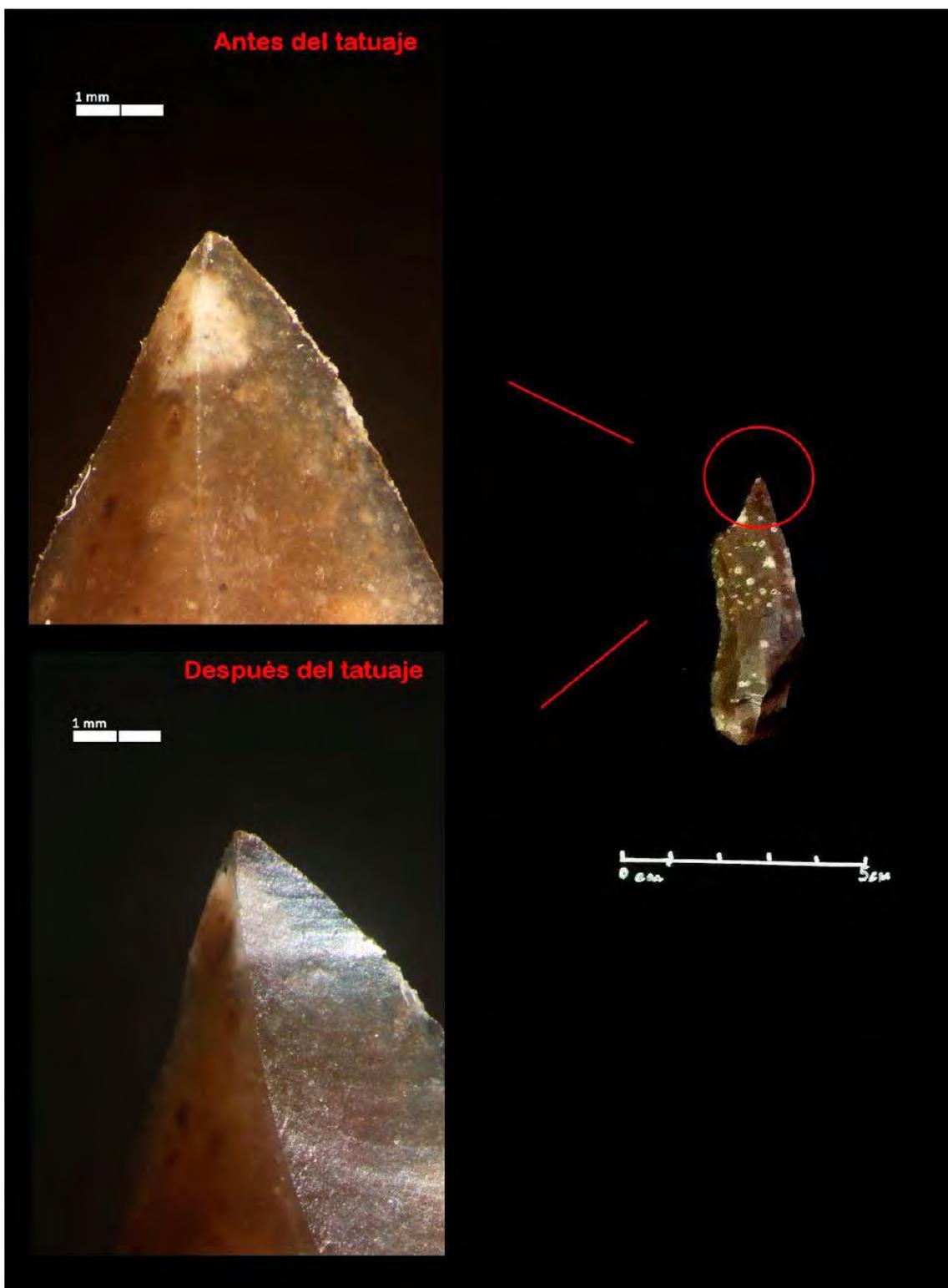
**Pieza 3B:** Este es un caso excepcional, pues la punta de esta pieza ósea no sufrió apenas daños. Puede que por su tamaño, al hacer las punciones manuales, no pudiéramos hacer la suficiente fuerza como para que hayamos podido detectar huellas *a posteriori*. Si bien es cierto que algunas estrías parecen nuevas tras el experimento: probablemente el propio hollín y el roce de éste contra la superficie de las piezas al tatuar ocasiona nuevos estriados, por la propia naturaleza polvorosa del mismo. Fotografías de binocular tomadas a 10x.



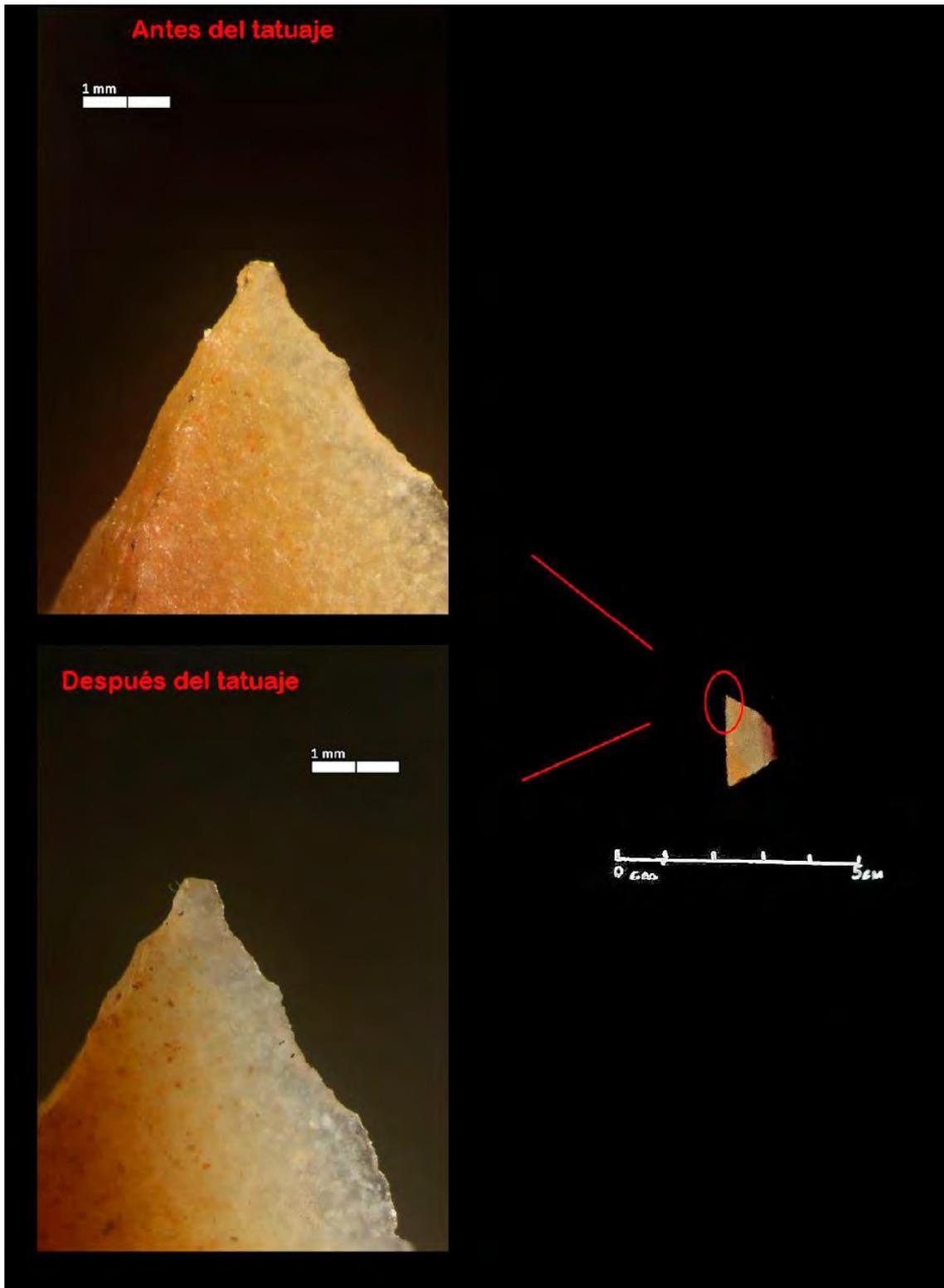
**Pieza 4A:** De nuevo se pueden observar microroturas en la punta de esta pieza, en este caso en el lado derecho de la misma. Fotografías de binocular tomadas a 10x.



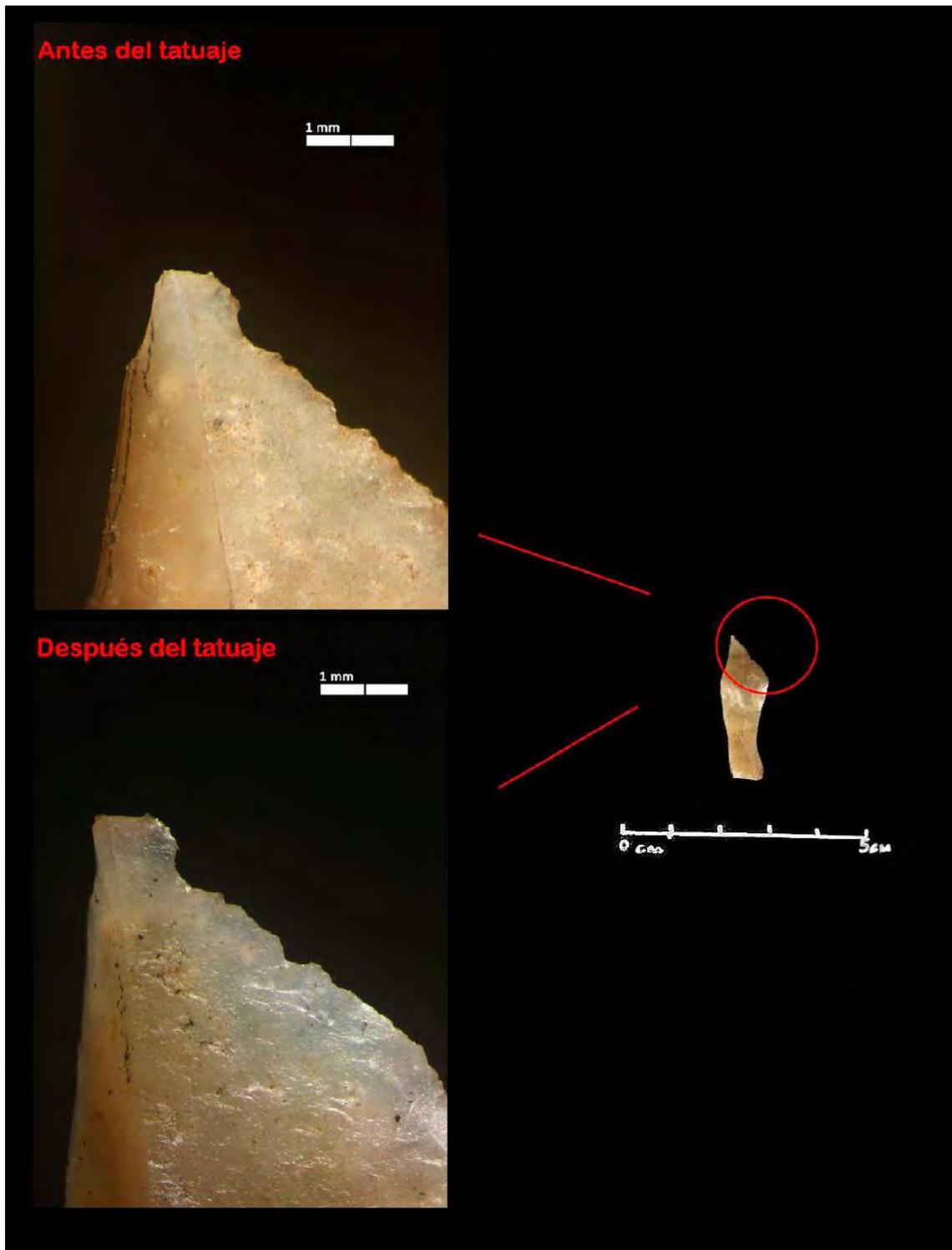
**Pieza 4B:** Otra rotura acompañada de un redondeamiento por el propio trabajo sobre la piel. Fotografías de binocular tomadas a 10x.



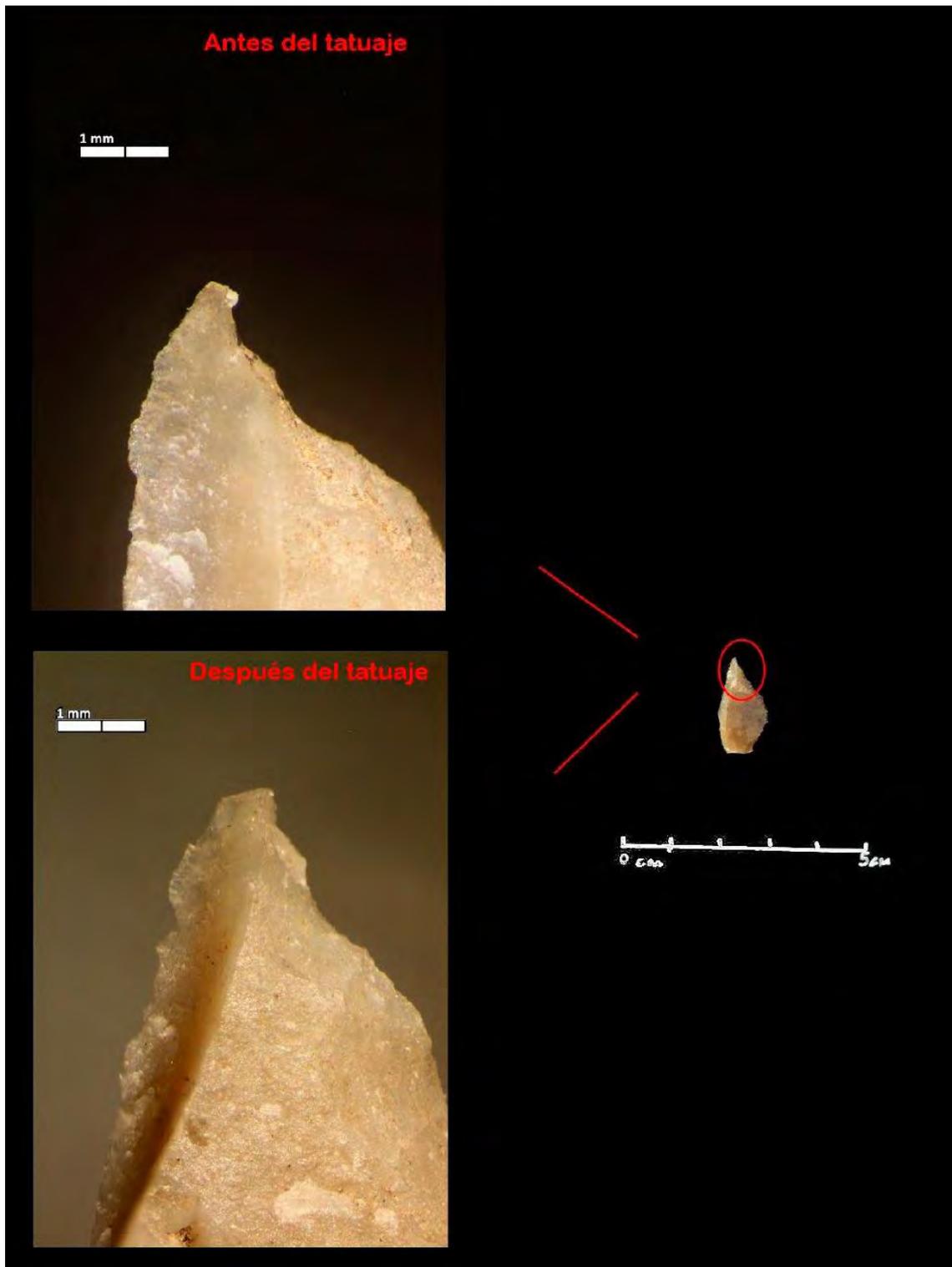
**Pieza 5A:** Como ocurría en 3B en esta pieza no se observan huellas, algo que, como veremos, no ocurre en las demás de lítica. Puede que precisamente al no estar retocada, por ello mismo, de mejores resultados de tipo cualitativo y funcional a la hora de tatuar. Fotografías de binocular tomadas a 10x.



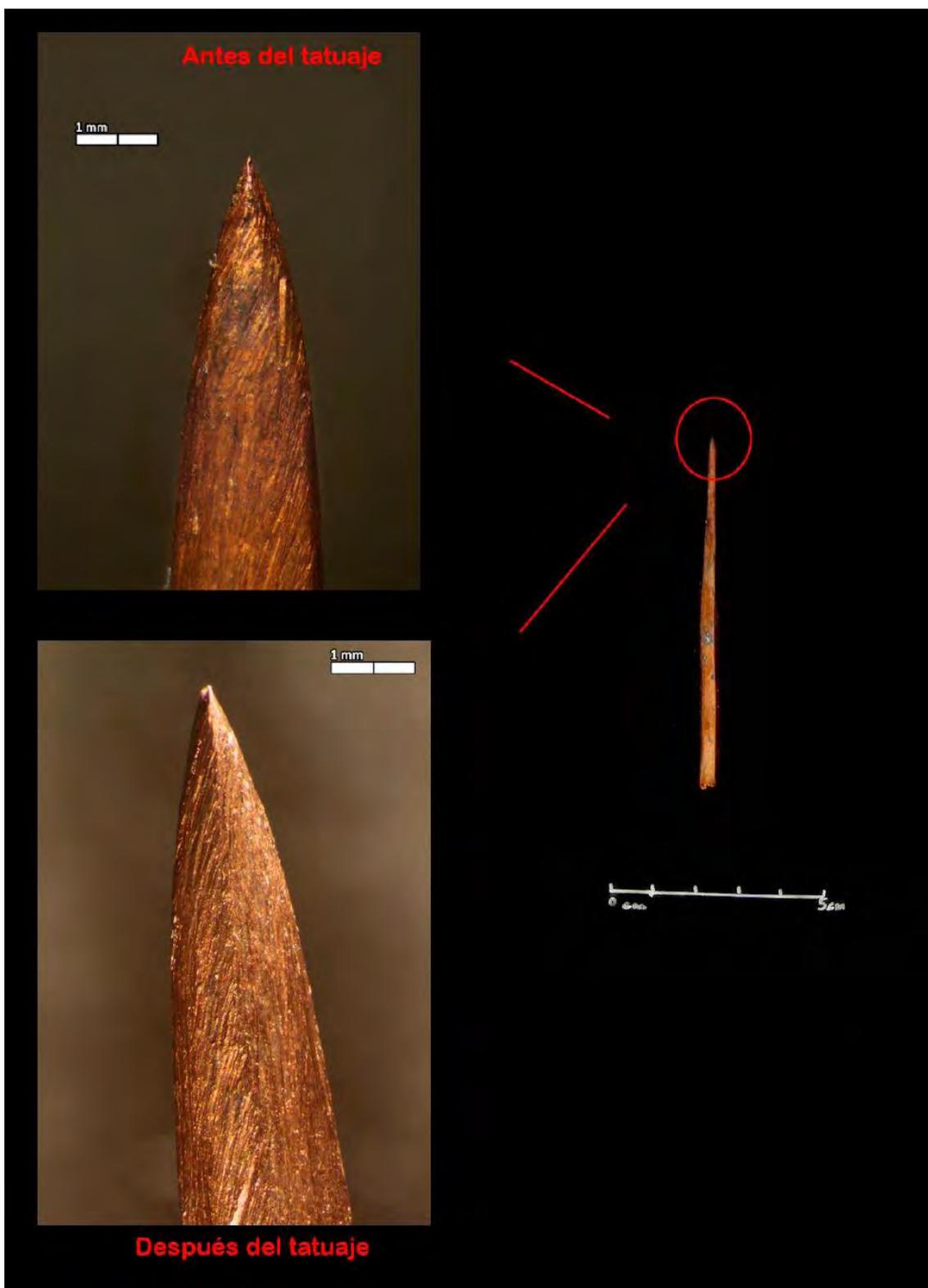
**Pieza 5B:** En esta pieza se observaron pequeños desconchamientos en el lateral de la misma, sin embargo no son huellas que afecten a la punta, como sí se constata en 5A. Esta es la única pieza retocada que da mejores resultados que las demás, también retocadas (exceptuando 5A). Sin embargo, las punciones se hacían difíciles y debíamos ejercer mucha más fuerza que con las demás piezas experimentales usadas, lo que nos lleva su funcionalidad: mucho menor que 5A, así como mucho menor que el resto de piezas. Fotografías de binocular tomadas a 10x.



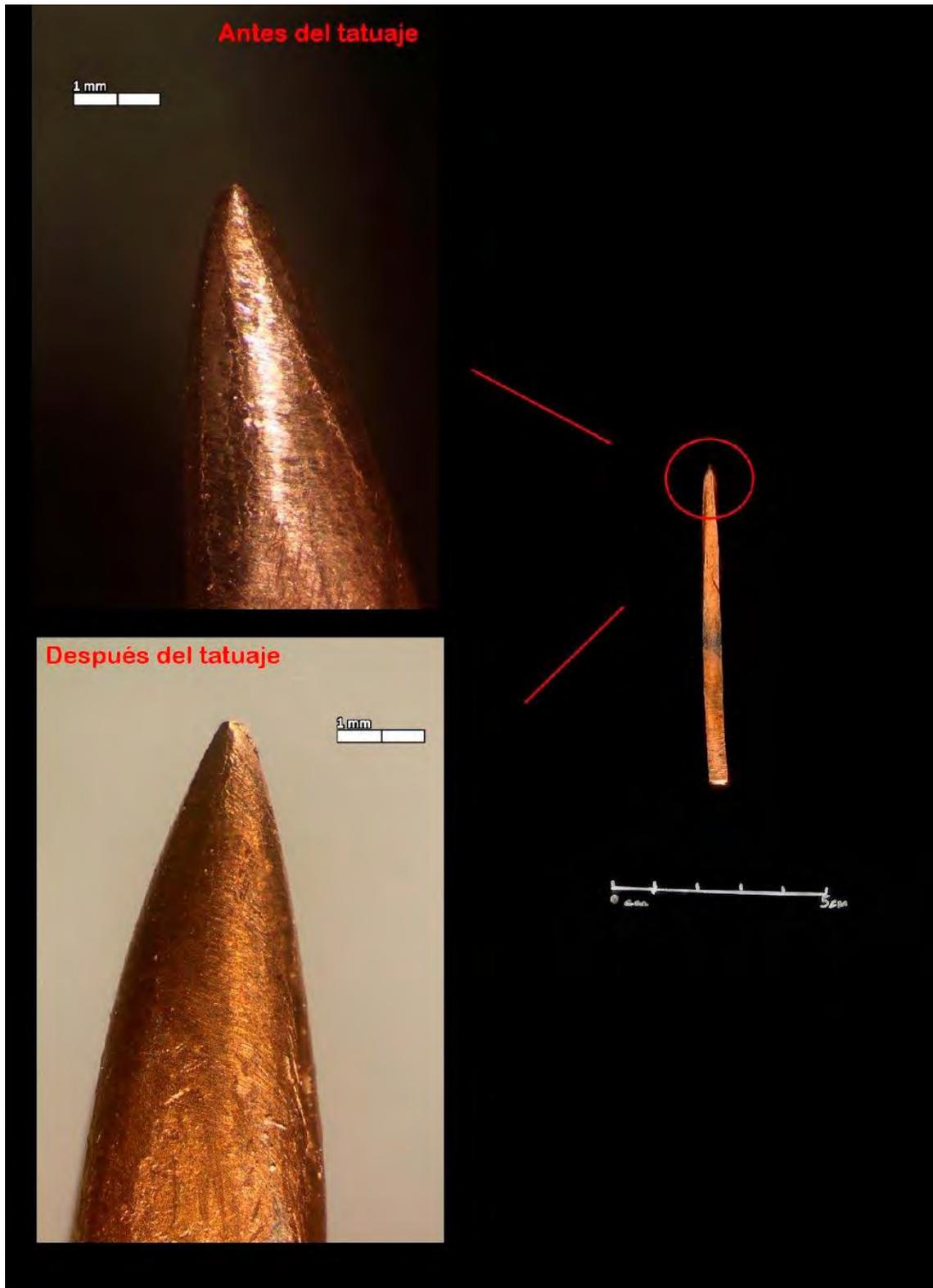
**Pieza 6A:** Se observan pequeños desconchados. Fotografías de binocular tomadas a 10x.



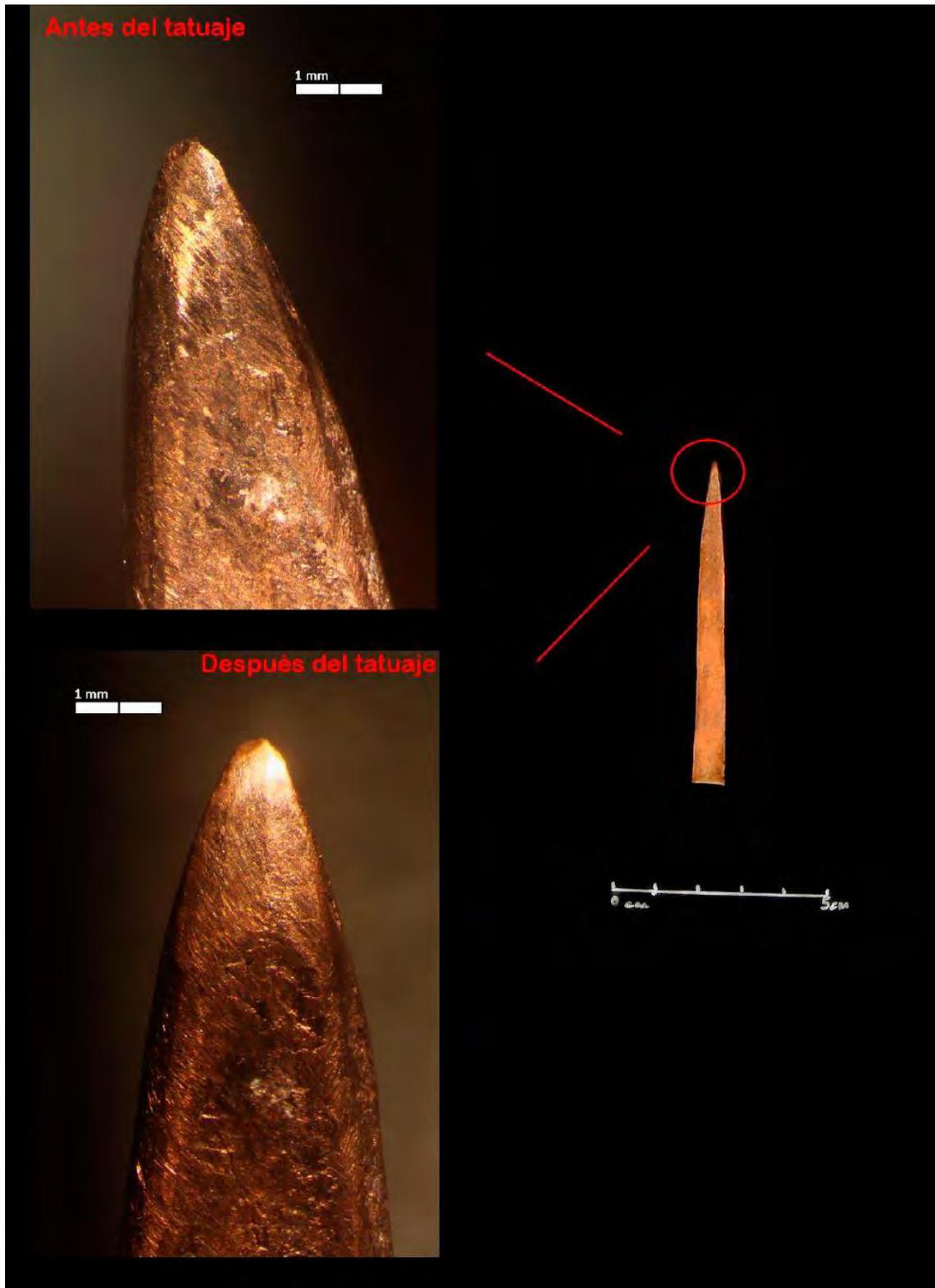
**Pieza 6B:** En esta pieza lítica se detectaron roturas y desconchados. Durante el experimento fue una de las más problemáticas, por su tendencia a engancharse con la piel del animal. Fotografías de binocular tomadas a 10x.



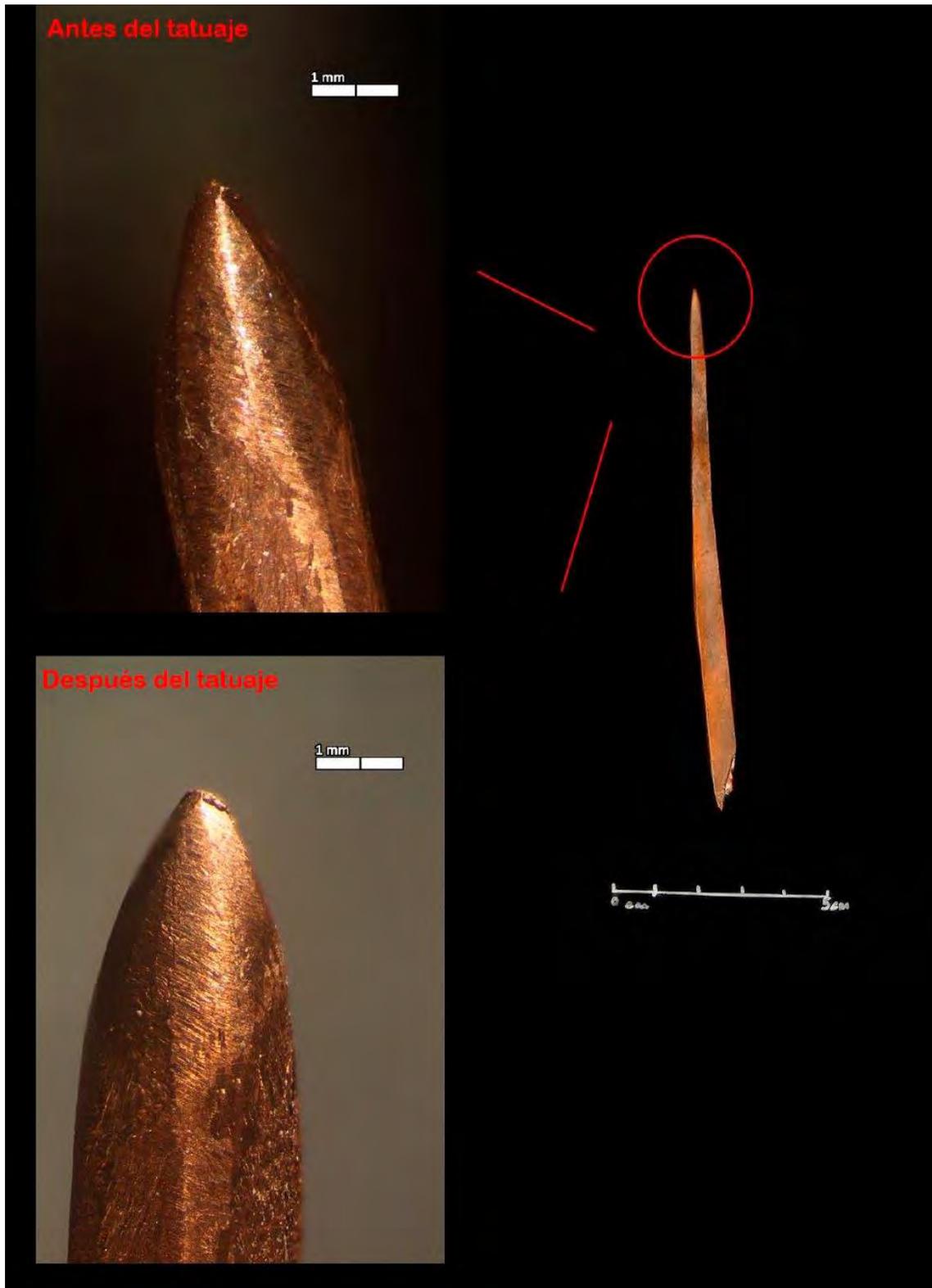
**Pieza 7A:** Al igual que ocurre en la pieza siguiente, en este punzón se detectó un movimiento del metal, aunque imperceptible en las fotografías. También detectamos posibles nuevas estrías en la pieza. Fotografías de binocular tomadas a 10x.



**Pieza 7B:** Se detectó en este punzón un pequeño y leve movimiento de metal justo en la punta (reborde), aunque prácticamente imperceptible a los aumentos utilizados en las fotografías de binocular. Fotografías de binocular tomadas a 10x.



**Pieza 8A:** Se puede observar en este caso concreto cómo la pieza ha sufrido un pulimentado en la zona de la punta, pero no otro tipo de huellas. Fotografías de binocular tomadas a 10x.



**Pieza 8B:** En esta pieza queda patente la deformación que se ha generado a partir de la experimentación. El metal se ha movido completamente, ocasionando una rebaba o reborde, como puede observarse en la fotografía. No parece apreciarse, como ocurría en las demás piezas de cobre, el pulimento, al menos en los aumentos elegidos (10x), puede que debido a la propia modificación que ha sufrido el cobre. Ambas fotografías están tomadas a partir de la dorsal, aunque las perspectivas varíen. Otra de las observaciones que podemos constatar es que aún después de la experimentación perduran las huellas acaecidas del proceso abrasivo al que sometimos la pieza para darle el acabado definitivo.

## 8. AGRADECIMIENTOS

No quisiéramos dejar de mostrar nuestras gratitudes a aquellas personas que nos han echado una mano en este trabajo, en especial la dedicación y atención que con paciencia nos ha prestado la profesora Carmen Gutiérrez, del Dpto. de Arqueología y Patrimonio de nuestra universidad, cuyos conocimientos en traceología y fotografía nos han permitido hacer una buena valoración de los resultados. Tampoco quisieramos pasar por alto la ayuda de los profesores de *Arqueología experimental*, Javier Baena y Felipe Cuartero, así como del técnico de laboratorio, Guillermo Bustos, quien ha tenido que abrirnos la puerta del Laboratorio cientos de veces. No podríamos dejar de citar la ayuda de la artista y tatuadora Ana (nombre artístico: *Miss Bickle*), cuyos conocimientos en el mundo del tatuaje han sido esenciales a la hora de la experimentación, así como la ayuda recibida por nuestras queridas amigas Irene García –tatuadora– y Stefania Schamuells –geóloga y tatuadora–, siempre tan atentas.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

DETER-WOLF, A.; PERES, T.M. (2013): ‘‘Flint, Bone, and Thorns: Using Ethnohistorical Data, Experimental Archaeology, and Microscopy to examine Ancient Tattooing in Eastern North America’’, *Tattoos and Body Modifications in Archaeology*, Zurich Studies of Archaeology, vol. 9: 35-45.

DETER-WOLF, A.; ROBITAILLE, B.; KRUTAK, L.; GALLIOT, S. (2016): ‘‘The world’s oldest tattoos’’, *Journal of Archaeological Science Reports*, 5: 19-24.

DOMINGO MARTÍNEZ, R. (2012): ‘‘Usos de los geométricos en el Neolítico del Valle del Ebro’’, *Rubricarum*, 5: 137-143.

KRUTAK, L. (2015): ‘‘The Cultural Heritage of Tattooing: a Brief History’’, *Tattooed Skin and Health*, *Current Problems in Dermatology*, vol. 48: 1-5.

PABST, M. A.; LETOFSKY-PAPST, I.; BOCK, E.; MOSER, M.; DORFER, L.; EGARTER-VIGL, E.; HOFFER, F. (2009): ‘‘The tattoos of the Tyrolean Iceman: a light microscopical ultrastructural and element analytical study’’, *Journal Archaeological Science*, 36: 2335-2341.

PABST, M. A.; LETOFSKY-PAPST, I.; MOSER, M.; SPINDLER, K.; BOCK, E.; WILHELM, P.; LEOPOLD DORFER, M.; AUER, M.; HOFER, F. (2010): ‘‘Different staining substances were used in decorative and therapeutic tattoos in a 1000 year-old Peruvian mummy’’, *Journal of Archaeological Science*, 37: 3256-3262.

RENAUT, L. (2004): ‘‘Les tatouages d’Ötzi et la petite chirurgie traditionnelle’’, *L’anthropologie*, 108: 69-105.

SAMADELLI, M.; MELIS, M.; MICCOLI, M.; EGARTER-VIGL, E.; ZINK, A. (2015): ‘‘Complete mapping of the tattoos of the 5300-year-old Tyrolean Iceman’’, 16: 753-758.

SORIANO, I.; CHAMÓN FERNÁNDEZ, J. (2012): ‘‘Estudio arqueometalúrgico del punzón de Cova de la Pesseta (Torrelles de Foix, Barcelona). Datos composicionales, metalográficos, isotópicos y funcionales’’, *MARQ: Arqueología y museos*, 5: 73-89.

SPINDLER, K. (1995): *El hombre de los hielos*, Círculo de Lectores, Barcelona.

# EQUIPAMIENTO ARTÍSTICO EN LA PREHISTORIA: PINCELES

Artistic equipment throughout prehistory: brushes.

Marina González Fernández<sup>1</sup>

Fecha de recepción: 28/10/2016

Fecha de aceptación: 30/11/2016

## RESUMEN

A partir del Paleolítico Superior se da un mayor desarrollo técnico y tecnológico que conlleva una “revolución”, refiriéndonos a un cambio en los modos de vida. Esto conlleva también un mayor desarrollo del panorama “artístico” que veremos evolucionar de múltiples formas a lo largo de toda la Prehistoria. Pero ¿qué tecnología se oculta detrás de las representaciones gráficas prehistóricas? ¿podrían haber desarrollado un equipamiento artístico específico similar al actual? A estas y a otras preguntas nos gustaría intentar responder en este trabajo.

**Palabras clave:** Paleolítico Superior; arqueología experimental; Prehistoria; pinceles.

## ABSTRACT

From the Upper Palaeolithic it occurs more technical and technological development that caused a "revolution", a change in lifestyles. This also entails the further development of the "artistic" representations that we will evolve in multiple ways throughout prehistory. But what technology is hidden behind the prehistoric graphic representations? Could they have developed a specific artistic equipment similar to the present? These and other questions we would like to try to answer in this work.

**Key words:** Upper Palaeolithic; brushes; experimental archeology; prehistory.

## 1. INTRODUCCIÓN

Es difícil conocer las sociedades prehistóricas debido a la falta de documentos escritos, una forma de acercarnos a estas y a su cultura sería a través del arte. A pesar de tener esta posibilidad encontramos grandes inconvenientes, se nos abre la puerta a un

---

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Madrid / Marina.gonzalez02@estudiante.uam.es

mundo de creencias, ritos y prácticas desconocidas para nosotros, por tanto, las interpretaciones sobre el “arte” prehistórico son múltiples incluso aunque nos centrásemos en una sola representación de arte rupestre.

En este trabajo vamos a intentar aclarar algunas de estas ideas, al menos demostrar mediante la experimentación algunas de las teorías en torno al “arte”, muchas de las cuales provienen de estudios etnográficos, trabajos experimentales y otras, incluso, de interpretaciones que han dado los investigadores y que son aparentemente lógicas para nosotros.

De esta manera vamos a crear un equipamiento artístico de pinceles prehistóricos, elaborados con distintas técnicas que pudieron realizarse a lo largo de la prehistoria - especialmente el Paleolítico- y lo pondremos a prueba a través de la arqueología experimental, combinando todos los métodos posibles, para crear, finalmente, además de una colección comparativa de estos útiles, otra tipológica de la huella que dejan los mismos. Hay que decir antes de comenzar dicho proyecto, que en algunas ocasiones – justificadas en su debido momento- se adelantarán procesos con materiales modernos pero que esperamos no alteren la idea principal, es decir, el cómo elaboraban los pinceles en la prehistoria.

## **1. Contexto arqueológico y antecedentes experimentales**

El Paleolítico superior, con fechas aproximadas entre el 35000 B.P. al 11800 B.P para Francia –De Quirós, 1994: 16-, se caracteriza por una importante especialización en el aprovechamiento de recursos según los diferentes paisajes y las estaciones del año -con un utillaje cada vez más diversificados y una economía más especializada-. Además, la talla laminar, en la industria lítica, se hace extensiva, encontrando mayor variedad de tipos y complejidad tecnológica con una gran estandarización.

También hay una mayor complejidad de las técnicas de caza, como la aparición de propulsores y flechas y arcos, por lo que se puede cazar desde lejos, todo ello combinado con trampas y/o buscando el acorralamiento de los animales, por tanto, una forma más eficaz que mantiene al hombre a salvo. Se da un incremento espectacular del empleo de huesos, astas de cérvidos, o incluso marfil para elaborar un instrumental sofisticado, tanto para uso corriente como para uso de adorno. Aparecen las primeras agujas de coser lo que se podría relacionar con una mejor elaboración de vestimentas que serían más complejas -aunque de esto no tenemos evidencias-.

La “revolución tecnológica” del Paleolítico supone que a partir de un núcleo se ha ido derivando un utillaje con elementos cada vez más complejos, procedente, todo ello, de la retroalimentación generada entre el uso de nuevas técnicas aplicadas sobre materiales de diferentes naturalezas. Además, encontramos un espectacular repertorio de representaciones gráficas sobre rocas y sobre piezas móviles, pero aparece el problema de si sería correcto llamarlo “arte”. Se da un considerable aumento demográfico a lo largo del Paleolítico superior en la Península, que se ve reflejado en un aumento progresivo del número de yacimientos, observando a partir del Magdaleniense un creciente desarrollo de las estrategias territoriales que favorecería a ello -Álvarez-Alonso, 2014: 171-172-.

Las investigaciones llevadas a cabo en este trabajo se centrarán en los útiles artísticos que se emplearon durante el Paleolítico superior para aplicar las tintas mediante presión, más en concreto los pinceles, aunque bien podría atribuirse a otros periodos prehistóricos. En definitiva, nos estamos centrando en una sociedad cazadora- recolectora cuyo arte nos sirve para intentar llegar a entender su mentalidad, ritos, cultura, creencias, etcétera, es decir, su mundo simbólico, pero también elementos de su realidad como la importancia de la caza. Aunque en estas páginas no venimos a hablar de esto sino de los materiales que emplearon para plasmar todo lo anteriormente citado.

Como acabamos de mencionar, estas sociedades –no solo las paleolíticas sino en general las sociedades ágrafas- representaban en su mayoría animales y algunas figuras antropomorfas, aunque también podemos encontrar los denominados “signos”. En el arte paleolítico se cuida mucho la figura de los animales representados, demostrando, en general, un gran conocimiento de la estructura ósea del animal -Múzquiz, 1994: 364-, intentando que se asemejen a la realidad y permitiendo la fácil identificación de este. En cuanto a los ya nombrados “signos” –entendidos como aquellas representaciones a los que los prehistoriadores atribuyen varios significados pero que continúan sin descifrar-, puede que para nosotros no tengan ningún significado, o que intentemos darle demasiados, pero que según algunos autores, como Matilde Múzquiz, tanto estos como los zoomorfos demuestran que el creador de dichas composiciones refleja en sus representaciones únicamente lo que quiere transmitir, aquellos datos concretos que quiere dar, “igualmente las inflexiones de las líneas y los detalles en la ejecución de los tectiformes no serán accidentales sino datos intencionados” (Múzquiz 1994: 364).

Tras una primera investigación y/o seguimiento de los estudios previos similares a este, nos damos cuenta de que no es un tema muy investigado, a pesar de ser mencionado

en todos los manuales de arte prehistórico al hablar de técnicas, lo que nos hace pensar que es un asunto que se da por entendido, es decir, a través de la observación se han elaborado posibles hipótesis y/o teorías de cómo aplicarían las tintas sobre las paredes de las cuevas pero no se han llevado a cabo demasiadas experimentaciones a cerca de ello, al menos no han sido publicadas.

Además, hay que tener en cuenta que estos útiles artísticos no se encuentran en contexto arqueológico, se realizarían a partir de materiales orgánicos -como con los que vamos a experimentar- y que por tanto se han perdido. Generalmente las investigaciones acerca del arte parietal las han llevado arqueólogos, hasta hace algunos años no se habían incorporaron aún especialistas de otras materias que han conseguido analizar los materiales desde un punto de vista diferente, dando nuevas opciones acerca de las herramientas empleadas para realizar las pinturas de las paredes rocosas -ya sean cuevas o no-.

A modo de excepción, hemos encontrado las investigaciones que realizó Matilde Múzquiz para su Tesis -1988- y que posteriormente siguió en algunos artículos para la revista *Cumplutum* -1994: 357-368-. Mientras en la primera hace un análisis más concreto sobre las pinturas del techo de la cueva de Altamira, aunque también nos habla de algunos procesos que citaremos más adelante, es el segundo el que más nos interesa pues se describe el posible proceso artístico realizado por las personas del Paleolítico para realizar las pinturas rupestres, aunque Múzquiz analiza desde la iluminación de la cueva a la postura que debían tomar para realizar estas obras, nosotros centraremos nuestra atención en el apartado que ella dedica al dibujo y la pintura, entendiendo como dibujo “aquellas figuras resueltas con carbón”, e incluiremos en el apartado de pintura las ejecutadas y rellenas con color aunque su planteamiento consista simplemente en “un trazado de línea” a color que no esté realizado con carbón.

## **2. DISCUSIÓN Y JUSTIFICACIÓN**

Por tanto, sabiendo lo anterior acerca de las investigaciones llevadas a cabo sobre el tema con el que vamos a experimentar, debemos señalar que la cuestión que aún está sin resolver es: “cómo identificar las técnicas empleadas en el Paleolítico para realizar las representaciones de las cuevas”. Hay mucha confusión, la misma que teorías sobre los útiles que se emplearían para la pintura paleolítica. Aquí queremos hacer un análisis de los trazos que dejan algunos de estos útiles –los pinceles- y confirmar o desmentir algunas

de esas teorías. Para conocer las mismas debemos saber cuáles son, por ello describiremos algunas en los próximos párrafos, además de los estudios de Matilde Múzquiz ya comentados anteriormente.

Muchas veces no valoramos, o no nos damos cuenta, de la calidad artística y estética y de la perfección técnica alcanzada por las sociedades prehistóricas en su arte y/o herramientas. Para dichas creaciones era necesario un repertorio instrumental tanto para el grabado y la escultura como para la pintura, esta última es la que nos atañe en este trabajo. Se supone que habría diferentes técnicas de aplicación del colorante -Sanchidrián, 2001: 204-, podía realizarse en seco, es decir, en bloque o en polvo: trozos de ocre cortados ex profeso, a modo de tizas; tizones de madera o hueso quemado. Dichos bloques de color podían rasparse o machacarse para obtener polvo de color –se han encontrado morteros que tendrían este fin-. Con ambas técnicas de aplicación en seco, la propia humedad de las paredes de las cuevas permitiría una aplicación más fácil y una mayor fijación de los pigmentos -Sanchidrián, 2001: 204-.

Por otro lado, estaría el aplique de tintas, realizadas mediante la disolución de los colorantes en agua -si procede de la cueva favorece la durabilidad debido al carbonato cálcico-, se podría realizar sobre diversos soportes utilizando desde la yema de los dedos a una aplicación con instrumentos algo más elaborados como: espátulas, pinceles, muñequillas o tubos aerográficos -Sanchidrián, 2001: 204-.

Pasaremos a ver primero los pinceles propiamente dichos, estos podían conllevar una confección más o menos elaborada por ejemplo machacando o mordiendo el extremo de una pequeña rama vegetal -Sanchidrián, 2001: 205-, liberando así las fibras que soportarían la carga de colorante líquido; más complejo sería el elaborado mediante la unión de haces de cerdas; por otro lado tenemos las muñequillas, muy cómodas de fabricar, mediante un fragmento de piel adosado y atado a un fuste; mucho más sencillo que los anteriores pero igual de eficaz sería otro trozo de piel simplemente, muy funcional especialmente para expandir el color; e incluso utilizaron plumas.

Es importante estudiar las técnicas aditivas, para saber cómo realizar la experimentación y poder hacer una interpretación adecuada de los resultados. Lo principal es distinguir entre dibujos y pinturas, sin olvidar la posibilidad de encontrarlos coexistiendo en el mismo espacio e incluso en la misma representación. El primero consistiría en la elaboración de una figura por medio de líneas simples y finas que lo contornean; dentro de este grupo encontraríamos tres tipos de trazos -Sanchidrián, 2001:

204-, uno de ellos sería el trazo baboso, punteado o tamponado, que es un trazo continuo, yuxtapuesto o aislado, realizado a partir de lo que parece un tampón; modelante, consiste en un trazo base con diferentes anchuras del mismo según la zona que se quiera remarcar de la silueta; el trazo único continuo y el trazo múltiple, utilizado generalmente para representar el pelaje de los animales.

Las pinturas para Sanchidrián -2001- consistirían en la aplicación interior del color, el cual, a veces, también puede estar realizado por punteado -yuxtapuesto o aislado-; aplicando un enlucido mediante la mano o un pincel; mediante la aerografía y el uso de plantillas, a modo de apunte debemos mencionar a Lorblanchet, quien estudió este método mediante una experimentación, reproduciendo los caballos de Pech-Merle -1991: 24-31-.

Pero frente a esta diferenciación y descripción de métodos y útiles artísticos de Sanchidrián encontramos los de la ya mencionada Matilde Múzquiz que, al contrario del anterior, basa sus proposiciones en la arqueología experimental. Matilde entiende como dibujo, por tanto, aquellas siluetas realizadas con carbón y hace hincapié en que los resultados obtenidos en su experimentación con hueso quemado –como algunos autores han argumentado en muchas ocasiones- no fueron los deseados ya que este no pigmentaba la superficie rocosa; por su parte, el carbón obtenido de elementos vegetales se desmorona muy fácilmente –el actual no sufre esto ya que es carbón prensado-. La solución que encontró la citada investigadora fue humedecer el carbón y aplicarlo sobre el soporte rocoso también húmedo, de este modo no se deshacía tanto el material. M. Múzquiz añade a modo de observación que el carbón no suele ser empleado como relleno sino únicamente para realizar el silueteado.

En cuanto a la pintura, haciendo referencia a las representaciones en color ya sean con relleno o siluetas, encontramos que hace una breve introducción al tipo de tinta que se usaría, según ella óxido de hierro –así conseguiremos un color rojizo u ocre como el que describe Acosta -2009: 2-3- en su artículo- sin aglutinante mezclado con agua y sobre un soporte humedecido -Múzquiz, 1994: 363-, para pasar a hablar propiamente de los útiles que se pudieron emplear, y que es lo que verdaderamente nos interesa para nuestra experimentación.

Esta historiadora del arte fabricó los utensilios a partir de deducciones de diseño observando la textura de las pinturas conservadas, teniendo en cuenta la superficie sobre la que se ha realizado. El primer paso (Múzquiz, 1994: 363) para una buena aplicación

del color es humedecer este y la superficie “El alto grado de humedad habitual en el interior de las cuevas hace posible su coloración rojiza y la variación de dicha humedad, según las distintas épocas del año, hace que se observen variaciones en el color de las pinturas originales” (Múzquiz, 1994: 363). Matilde Múzquiz (1988), defiende principalmente el uso de tampones antes que el de pincel ya que este implica riesgo de goteo y una diferencia en el grosor del trazo según la presión ejercida, además explica el modo en que se debe realizar una herramienta para el tamponado de la pintura, mediante “una caña apuntada en un extremo, rellena de piel de gamuza empapada de pintura de óxido de hierro y agua y cubierta la caña a su vez, en su parte apuntada, por otra piel también de gamuza atada a la misma” (Múzquiz, 1994: 363).

Por otro lado, dicha investigadora opinó que el dedo no puede cargarse suficientemente de pintura dejando un rastro corto, tampoco el pincel, como ya hemos mencionado anteriormente, ya que no podría realizar líneas anchas y uniformes a lo largo del trazo, dejando diferentes empastes. Una buena opción, por lo tanto, para realizar tanto líneas anchas como rellenos –método que pudo haber sido empleado, según Matilde, para la creación de los bisontes de Altamira-, sería cubrirse los dedos con una piel e impregnarla en pigmento, esto te permitiría una gran movilidad a la vez que gran capacidad de carga, dando unos resultados similares al ya mencionado tampón que realiza Múzquiz -1994: 364-.

Así hemos podido ver las diferencias entre algunos autores, todo son teorías y/o hipótesis, estas no se pueden demostrar sin una herramienta y una experimentación, por ello nunca nos acercáramos a la realidad. Un gran ejemplo es el uso de carbón de hueso para la realización de dibujos en la Prehistoria, esta era una teoría muy difundida y que aún hoy podemos ver en manuales e incluso algunos artículos pero que gracias a la experimentación realizada por la ya, múltiples veces, mencionada Matilde Múzquiz se demostró que esta materia, el hueso quemado, no pigmentaba adecuadamente la roca. Sin embargo, pudo comprobar que, al utilizar carbón de madera, siempre que este se humedeciera ya que, si no se desmenuzará, sobre el mismo soporte, este también humedecido, si dejaba un rastro de pintura más marcado, con el aspecto esperado - Múzquiz, 1994: 632-.

Por motivos como este me gustaría poner a prueba científicamente algunas teorías y aprender con ellas, procurando siempre que todo estudio realizado nos acerque un poco más a la realidad del arte Paleolítico y Prehistórico en general.

### 3. METODOLOGÍA

Según los hallazgos arqueológicos y las investigaciones llevadas a cabo a partir de los mismos, se llega a la conclusión de que la pintura prehistórica, y más en concreto la paleolítica, al ser tan uniforme y limpia, generalmente, en sus líneas no pudo ser realizada ni con dedo, pues este no puede cargarse con la suficiente pintura –óxido de hierro y agua, según Múzquiz- dejando un rastro corto, ni con pincel ya que este no podría realizar líneas anchas (Múzquiz 1994); para ello habría que cargarlo con demasiada pintura, dejando trazos desiguales en cuanto anchura y empaste. La solución al primer problema, según los autores, serían cubrir los dedos con piel; pero el segundo problema sigue sin tener una solución clara y convincente para nosotros.

A partir de la hipótesis aquí planteada ¿sería posible realizar trazos uniformes y anchos con pincel en la prehistoria? Hay que tener en cuenta las siguientes variables:

- Soporte para la pintura: variable fija.
- Filamentos: variable independiente.
- Colorante: variable Fija.
- Unión entre el mango y los filamentos: variable independiente.
- Trazo: variable dependiente.

Aunque el asidero debería ser una variable fija, como no vamos a medir la longitud del trazo ya que lo que nos interesa es la densidad y la salpicadura, no hemos tenido tan en cuenta las medidas del asidero, centrándonos sobre todo en los filamentos del pincel -material, cantidad, grosor, etcétera-.

#### 3.1. Metodología I.



Fig. 1: adhesivo de cola de caballo calentándose en el “hornillo”

Para la realización del primer pincel utilizaremos como materiales: un mechón de pelo humano de unos 2-3 cm-; una rama más o menos homogénea –si no fuese así tendríamos que igualarla de forma manual con formón y lija-, en nuestro caso de 18 cm; cuerda o fibra vegetal y un adhesivo, en este caso se empleó cola de conejo, pero podría ser cola blanca u otros pegamentos modernos -Figura 1-.

Una vez tienes los materiales, los cuales son sencillos de conseguir, el primer paso sería preparar la cola de conejo en agua, la cantidad no es importante, ya que cada uno elaborará la que considere necesaria, pero las proporciones sí por lo que se añadirá siempre el doble de perlas de cola de conejo que de agua. El adhesivo se cocinará, en nuestro caso, durante unos 15 minutos en un “hornillo” -Figura 1-, este en particular no tenía un medidor de temperatura por lo que cada ocho siete u ocho minutos –antes de que salga humo del recipiente que tiene que ser cerámico- lo desenchufábamos, conectándolo de nuevo cada vez que el pegamento se empezaba a solidificar, sin dejar de remover en sentido de las agujas del reloj con algún utensilio, en nuestro caso un fragmento de rama sobrante del que se va a emplear para realizar el pincel.

Una vez la cola de conejo está lista, se apaga el hornillo, preparamos en una superficie los filamentos de pelo humano -Figura 2-, aplicamos la cola en un extremo del palo, y en este momento se nos ocurrió que una buena técnica podría ser rotar el mismo sobre el mechón -Figura 2-, aunque como descubriríamos más adelante no fue la mejor opción.



Fig. 2: realización del pincel con cabello humano, mediante una técnica de rotación sobre el mismo.

Por último, rodeaos con una fina cuerda –o fibra vegetal preparada- la zona donde se une el cabello y el asidero de madera para asegurar dicha unión y se sella con algo más de adhesivo -Figura 3-. El tiempo total de elaboración del mismo, sin contar los 15 minutos de elaboración de la cola de conejo, fueron 30 minutos.

A la hora de hablar de limitaciones lo primero que cabe citar es que este primer pincel se hace desde una perspectiva y na mentalidad actual, en un mundo en el que nos dan todo ya elaborado y que por tanto muchas veces no nos percatamos de los pequeños detalles que hacen que elementos tan sencillos como un pincel funcionen a la perfección.

Con todo esto quiero llegar al gran error de este primer intento, de esta primera experiencia, que por qué no les podría haber pasado a los primeros individuos que intentasen crear pinceles, y es que no afilamos el extremo donde se iba a añadir el pelo, del cual además se añadió una cantidad excesiva, estas dos cuestiones hicieron que el aspecto de este primer pincel no fuese el deseado dejando las puntas del mismo abiertas lo que no permitiría hacer trazos finos y limpios –lo cual, según la bibliografía, parece que fue el principal objetivo de los pinceles en la prehistoria-.



Fig. 3: pincel realizado con filamentos de cabello humano.

### 3.2. Metodología II

Al observar que los resultados anteriores no eran los deseados cambiamos de técnica de elaboración, los materiales serían los mismos, cabello humano, rama de madera de 18 cm, cola de conejo como adhesivo y en lugar de cordón para atar la unión entre los filamentos y el mango usaremos un fragmento de piel/cuero.

En este caso afilaremos uno de los extremos del listón de madera, a continuación, prepararemos un mechón de pelo mucho más fino que el anterior -Figura 4- y lo uniremos a la parte apuntada que realizamos anteriormente con cola de conejo, dejamos secar sin soltar ninguna de las partes durante unos minutos y después pegamos con el mismo adhesivo el fragmento de cuero -Figura 5-.



Fig. 4: en esta imagen se está afilando con un formón el extremo de la varilla que funcionara de mango de nuestro pincel.



Fig. 5: Pincel fino realizado con cabello humano. La unión está asegurada con sola de conejo y una tira de piel/cuero.

Como podemos observar -Figura 5- en este caso tenemos un pincel mucho más fino que, aunque aún tenemos que esperar para observar los resultados del mismo sobre la superficie rocosa, parece que podría darnos unas muestras más similares a las pinturas paleolíticas que el primer útil realizado.

### 3.3. Metodología III

Como ya hemos dicho con los intentos y los fallos que fuimos experimentando anteriormente vamos aprendiendo formas más efectivas para realizar los pinceles. Los tres siguientes útiles realizados se hicieron con los mismos materiales que el segundo que aquí hemos descrito a excepción del adhesivo, esta vez hemos usado uno más moderno e industrial - Figura 6-, en concreto el denominado “König”, con el objetivo de acelerar el proceso; además se emplearon cerdas duras de animal –utilizadas para pinceles modernos-, pelo de bóvido y pelo fino de un cánido moderno.



Fig. 6: adhesivo industrial König para acelerar procesos.

Para estos tres pinceles empleamos una técnica diferente a las anteriores, en lugar de dejar los extremos planos o afilarlos realizamos una abertura en aquel que íbamos a introducir las cerdas o pelo -Figura 7-, antes de lo cual aplicamos adhesivo y una vez seco aseguramos la unión con una fina tira de cuero que se fue enroscando entorno al astil, al final de dicha tira se aplicó un poco más de pegamento y por último, en algunas, usamos unas gotas de lacre rojo para sellar, en la prehistoria podrían haber empleado un método similar pero usando savia de árbol -Figura 8-11-.



Fig.7: proceso de realización de los pinceles según la metodología III.



Fig. 8: detalle del lacre empleado para sellar la atadura de los pinceles, algo similar a lo que podrían realizar con savia de árbol y/o cera de abeja.



Fig. 9: Pinceles realizados con cerdas gruesas, obtenidas de un pincel moderno de pelo natural. El pincel de la derecha tiene un protector del mango que proporciona mayor comodidad a la hora de sostenerlo.



Fig. 10: Pincel realizado con pelo fino de cánido moderno.



Fig. 11: Pincel con filamentos de pelo de bóvido.

### 3.4. Metodología IV

Por otro lado, realizaremos una serie de pinceles que hemos denominado vegetales, ya sea porque son realizados enteramente con un vegetal –como espigas o caña machacada por un extremo, como veremos más adelante; o bien porque las cerdas están realizadas con fibra vegetal. Todos son de sencilla elaboración y por tanto pensamos que durante la prehistoria podrían ser útiles muy recurrentes para los artistas.

En primer lugar, necesitaremos una rama de gramínea, u otro tipo de caña, caracterizado por ser cilíndrica, nudosa y generalmente hueca, que al machacar producirá unas hebras a modo de filamentos. Para continuar necesitaremos un percutor de piedra, con este último golpearemos el extremo hasta desmenuzarlo en finas fibras; a modo de apunte, hemos de decir que cuanto más carnoso sea el tallo obtendremos un mejor acabado de las briznas, asemejándose en mayor medida a un pincel -Figura 12-.



Fig. 12: Pincel realizado con una rama de gramínea cuyo extremo hemos machacado.



Fig. 13: diferentes espigas/gramíneas empleadas para aplicar el pigmento a modo de pincel

En segundo lugar, vamos a emplear espigas de distinta morfología -Figura 13-, las cuales recortaremos para igualar los filamentos y anudaremos para apelmazarlos de modo que el trazo sea más homogéneo, estos estarían listos para usar así simplemente o podrían enmangarse de algún modo –similar a los anteriores- para una mayor comodidad.

Por último, realizaremos un pincel muy similar a los anteriores, pero emplearemos fibras vegetales -Figura 14- en lugar de cabello, en este caso esparto, aunque podría emplearse estopa u otros. De hecho, este será el primer material que necesitaremos, además de una rama a modo de asidero y piel para la unión del enmangue y los filamentos. La elaboración es muy sencilla, y similar a los primeros pinceles ya descritos, creamos una ranura en un extremo de la varilla, donde aplicaremos alguno de los adhesivos anteriormente descritos –en este caso cola blanca de carpintero-, colocaremos el mechón de fibras vegetales en la abertura y terminaremos la unión pegando la tira de piel en torno al asidero para asegurar la sujeción -Figura 15-16-.



Fig. 14: fibras vegetales que se pueden emplear como el esparto o el cáñamo, respectivamente.



Fig. 15: Pincel cuyos filamentos se han realizado con fibra vegetal, en este caso cáñamo.



Fig. 16: Detalle de la unión entre las cerdas y el mango del pincel. Ha sido realizado con una tira de cuero y pegado con cola blanca.

## 5. RESULTADOS

Basándonos en la hipótesis planteada “la pintura prehistórica, y más en concreto la paleolítica, al ser tan uniforme y limpia, generalmente, en sus líneas no pudo ser realizada ni con dedo, pues este no puede cargarse con la suficiente pintura –óxido de hierro y agua, según Múzquiz- dejando un rastro corto, ni con pincel ya que este no podría realizar líneas anchas -Múzquiz 1994-; para ello habría que cargarlo con demasiada pintura, dejando trazos desiguales en cuanto anchura y empaste”, los resultados tendrían que haber sido muy diferentes a los que aquí vamos a presentar.

Mientras Múzquiz defiende una aplicación de los tintes muy desigual en cuanto a densidad y homogeneidad del trazo, nosotros pensábamos que esto no podía ser así ya que el goteo de la pintura no tendría por qué depender del útil empleado sino de la mezcla del pigmento y el agua, cuanto más disuelto más goteará y cuanto más pigmento será más espeso y por tanto no tiene por qué gotear. En nuestro caso que se echó pigmento y agua a partes iguales el pigmento se adhería bien a la superficie sin resbalar ni manchar.

Pasemos a examinar más detalladamente cada tipo de pincel. Los separaremos, según los resultados obtenidos, en pinceles de tipo vegetal, de pelo fino y de cerdas –con un mayor grosor-. En primer lugar, atenderemos los resultados de los pinceles de tipo vegetal -figura 17-, estos, aunque son muy variados visualmente en general nos dan los mismos resultados, un trazo central y homogéneo y trazos mucho más finos a los laterales del mismo causados por la apertura de los filamentos que estos tienen. Dentro de este grupo encontramos algunas diferencias: el pincel realizado a partir de una caña cuyo extremo machacamos no contiene trazo central sino varios que manchan el diseño -figura 18-, algo muy similar ocurre con el realizado con esparto y, por último, las espigas realizan un trazo limpio y homogéneo central, aunque los filamentos de las mismas manchan bastante como vemos en la imagen, lo cual se puede solucionar en cierta medida cortando dichos filamentos, aunque nunca quedará un resultado tan limpio como con los pinceles que describiremos a continuación.



Fig. 17: ejemplo del trazo dejado por cada uno de los pinceles vegetales.



Fig. 18: Pincel realizado con un cáñamo, deja un trazo múltiple.

Los pinceles realizados con pelo fino, al igual que los de pelo grueso o cerdas, tienen unos resultados muy similares, la anchura de la línea plasmada depende de la cantidad de cabello que tú decidas añadir, y por tanto depende del grosor del pincel resultante. Los resultados obtenidos fueron trazos limpios -Figura 19-, con una

distribución homogénea de la pintura, y como ya hemos señalado el grosor del mismo dependía de la cantidad de pinceles. Al contrario de lo que pensamos en un principio, el grosor del pelo empleado no hace variar las características del trazo plasmado en la roca, aunque sí cambia la dificultad a la hora de limpiarlos, es decir, los residuos de pigmento se eliminan muy mal en aquellos en los que el cabello es más fino.



Fig. 19: ejemplos de los diversos trazos dejados por cada uno de los pinceles realizados con pelo –de diferentes características- además del ejemplo del pincel realizado con una caña.

## 6. CONCLUSIONES

Lo llamativo de este trabajo es que, contrastado con las ya mencionadas experimentaciones anteriores, los resultados son muy distintos, por no decir que han dado resultados contrarios a dichos postulados –ya mencionados en repetidas ocasiones-. Los resultados obtenidos han sido los que esperábamos, efectivamente las líneas finas pueden ser realizadas con pincel como ya expuso Jordá en el IV Congreso de Ciencias

Prehistóricas y Protohistóricas -1954- "Las diversas y delicadas tonalidades y las líneas más finas solo pudieron hacerse con un pincel empapado", pero como hemos podido demostrar con esta experimentación también podrían realizar con estos útiles líneas anchas, solo depende de la mayor o menor cantidad de filamentos que decidas incorporar. También hemos comprobado que los pinceles no suponen riesgo de goteo, como expuso Múzquiz -1994- si la preparación del pigmento es la adecuada, es decir, mientras la disolución no sea demasiado líquida no surgirá este problema.

Para concluir, cabe decir que la relevancia de este trabajo, que a simple vista puede parecer muy sencillo, podría llegar a cambiar el modo de ver las pinturas prehistóricas ya que no solo las técnicas son más complicadas de lo que podríamos atribuir a unas sociedades como aquellas sino que la tecnología empleada para ellas podría ser más avanzada de lo que se pensaba, es decir, quizás no usasen una simple pluma para realizar los trazos finos de sus representaciones, por ejemplo, sino que desarrollaron distintos tipos de pinceles para combinarlos en la realización de las representaciones. Pero, en definitiva, lo que aquí se ha querido realizar, además de intentar resolver las cuestiones expuestas, ha sido un juego de pinceles de diferente origen, tamaño y grosor a modo de estudio comparativo entre ellos y que, a su vez, puedan servir para futuros estudios artísticos y arqueológicos, ya sean experimentales o no.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

ACOSTA, P. (2009): Técnicas, estilo, temática y tipología en la pintura rupestre esquemática hispana. *Zephyrus*, 36: 13-25

ÁLVAREZ- ALONSO, D. (2014): "El final del Paleolítico Superior: el Magdaleniense en Asturias". *Entemu XVIII (2014). Los grupos cazadores-recolectores paleolíticos del occidente cantábrico*, 171-172.

COMAS, J. (1954): El IV Congreso Internacional de Ciencias Prehistóricas y Protohistóricas. *BBAA Boletín Bibliográfico de Antropología Americana*, 37-43.

DE QUIRÓS F.B. (1994): Arqueológica y Etnológica Centro Nacional de Información Artística, & Santillana del Mar Museo Nacional y Centro de Investigación de Altamira. *El cuadro geocronológico del paleolítico superior inicial*. Ministerio de Cultura,

Dirección General de Bellas Artes y Archivos, Instituto de Conservación y Restauración de Bienes Culturales.

LORBLANCHET, M. (1991): “Spitting images: replicating the spotted horses of Pech Merle”. *Archaeology*, 44(6): 24-31.

SANCHIDRIÁN, J. L. (2001): *Manual de arte prehistórico*. Ariel.

MÚZQUIZ, M. P. S. (1994): *Análisis del proceso artístico del arte rupestre*. Complutum, 5, 357.4

MÚZQUIZ, M. (1998): *Análisis artístico de las pinturas rupestres del Gran Techo de la Cueva de Altamira. Materiales y técnicas* (Doctoral dissertation, PhD thesis. Universidad Complutense de Madrid).

# PROCESO DE DEGRADACIÓN DE PINTURA POSTCOCCIÓN

Degradation process of post-baked paints

Nuria Vázquez Alonso<sup>1</sup>

*Fecha recepción:* 15/11/2016

*Fecha aceptación:* 01/12/2016

## RESUMEN

La pintura postcocción es una decoración ampliamente utilizada en las vasijas durante la Edad del Hierro e incluso hoy día, hasta nosotros llega deteriorada o inexistente. Desconocemos en gran medida las posibles técnicas de elaboración y aplicación de la pintura. Más desconocido aún es el proceso de limpieza al que los recipientes serían sometidos y los cambios que sufre la decoración pintada con el paso del tiempo, una vez abandonada. Esta experimentación trata de arrojar algo de luz sobre estas cuestiones sirviendo de precedente para experiencias futuras.

**Palabras clave:** tafonomía, pintura postcocción, aglutinante, caseína, arqueología experimental.

## ABSTRACT

The post-baking paint decoration was quite used in the Iron Age pottery and it is still used nowadays. It arrives damaged or nonexistent to us. We are largely unaware of the fabrication process and application techniques. The cleaning processes and the changes suffered by the decorations over the time, once left by their own, are even more unknown. This experiment tries to give some light on these issues and serves as a precedent for future experiences.

**Keywords:** taphonomy, post-baking paintings, binder, casein, experimental archaeology.

## INTRODUCCIÓN

Debido a la escasa información que se dispone sobre el proceso tafonómico de la pintura en cerámica y el elevado número de vasos que aparecen en los yacimientos con

---

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Madrid / nur.vazquez@estudiante.uam.es

esta característica decoración, me propongo investigar el proceso de degradación de la pintura aplicada postcocción. Acotando cronológica y geográficamente la primera Edad de Hierro en la meseta peninsular (Duero medio) y escogiendo el yacimiento de la Aldehuela (Zamora) como referente arqueológico particular.

Lo más llamativo es que pese a la fragilidad y fácil atenuación de la pintura en general; son escasos los restos encontrados en bienes muebles o paredes de cabaña, se haya aplicado la pintura postcocción a vasos cerámicos destinados, presumiblemente, al uso cotidiano. También se caracterizan por su función ritual.

Mediante la siguiente experimentación se tratará de discernir acerca de las posibles técnicas de aplicación de la pintura postcocción, teniendo en cuenta los registros encontrados en la meseta peninsular y los posibles procesos de degradación que han podido experimentar.

## CONTEXTO ARQUEOLÓGICO E HISTÓRICO

Para estudiar la problemática arqueológica que se presenta, es necesario conocer el contexto cultural en el que se fabricaron los materiales que hoy encontramos en el registro arqueológico. Para ello, he optado por hacer un estudio de caso, centrándome en las cerámicas procedentes del yacimiento de la Aldehuela (Zamora).

Situado en el Duero medio, está adscrito a la cultura del Soto (figura 1). Se caracteriza por su clara influencia orientalizante atestiguada por algunos de los objetos hallados, como es el caso de los motivos utilizados para la decoración pintada (Santos 2005).

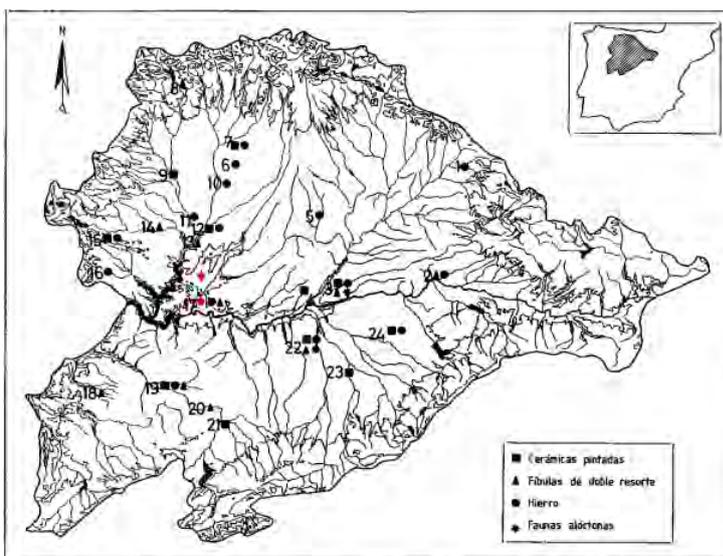


Fig. 1.- Yacimientos de la cultura del Soto mencionados en el texto: 1. *El Castillo* (Burgos); 2. *Ros* (Burgos); 3. *El Soto de Madinilla* (Valladolid); 4. *Sinancas* (Valladolid); 5. *Cerro de San Pelayo* (Castromocho, Palencia); 6. *Gusendos de los Oteros* (León); 7. *El Castro* (Villaciadama, León); 8. *El Castillo* (Los Barrios de Lina, León); 9. *Castro de Saucayos* (Santiago de la Valdeusa, León); 10. *Valmeca de Don Juan* (León); 11. *El Pezadero* (Manganeses de la Polvorosa, Zamora); 12. *Los Cuetos de la Estación* (Benavente, Zamora); 13. *Castro de La Magdalena* (Millos de la Polvorosa, Zamora); 14. *El Castro* (Camarzana de Tera, Zamora); 15. *El Castillo* (Manzanal de Abajo, Zamora); 16. *El Corco* (Sejús de Aliste, Zamora); 17. *La Aldehuela* (Zamora); 18. *El Picón de la Mora* (Encinasola de los Comendadores, Salamanca); 19. *Plaza de San Martín* (Ledesma, Salamanca); 20. *Cerro de San Vicente* (Salamanca); 21. *Cerro de San Pelayo* (Martínamor, Salamanca); 22. *La Motu* (Medina del Campo, Valladolid); 23. *Almenara de Adaja* (Valladolid); 24. *Cueilar* (Segovia).

La cultura de Soto se desarrolla entre finales del siglo VIII y el V ANE, momento en el que se atestiguan cambios en sus costumbres funerarias y modificaciones en los patrones de asentamiento. A ella pertenecen más de setenta yacimientos extendidos por la

Figura 1: Yacimientos adscritos a la cultura de Soto. 17: La Aldehuela. (Romero y Ramírez 1996: 314)

cuenca media del río Duero. Se trata de asentamientos de pequeño tamaño situados en elevaciones geográficas cuya economía, eminentemente agrícola y ganadera, se desarrolla en las tierras fértiles de los valles fluviales. También destaca la producción textil y la metalurgia de bronce y hierro, aunque ésta última con fechas más tardías que en la Meseta Sur.

Aunque pertenecientes al ámbito atlántico, los asentamientos soteños presentan influencias meridionales, algo patente en los motivos ornamentales. Seguramente la vía de expansión fue la Vía de la Plata, constituyendo la meseta norte un *subhinterland* producto de contactos comerciales con sus vecinos del sur, el *hinterland* de Tartessos. Prueba del contacto, aunque indirecto, con el mundo mediterráneo, es la presencia por toda la meseta de las cerámicas con pinturas postcocción, además de otros indicadores: elementos de adorno metálicos (un ejemplo son las fibulas de doble resorte), fauna alóctona (caballos y asnos) o técnicas y materiales constructivos (Romero y Ramírez 1996). Estos elementos se hallan tanto en la Meseta Sur, en la antigua Sisapo, en Medellín o en el Cerro de San Antonio y en la Meseta Norte: Sanchorreja, Ledesma o Cuellar. La ausencia de cerámica a torno rápido pone de manifiesto un intercambio indirecto y no directo entre fenicios y pobladores del valle del Duero. Otro argumento que apoya esta teoría es el estudio de las formas de las vasijas, que con su origen autóctono representan

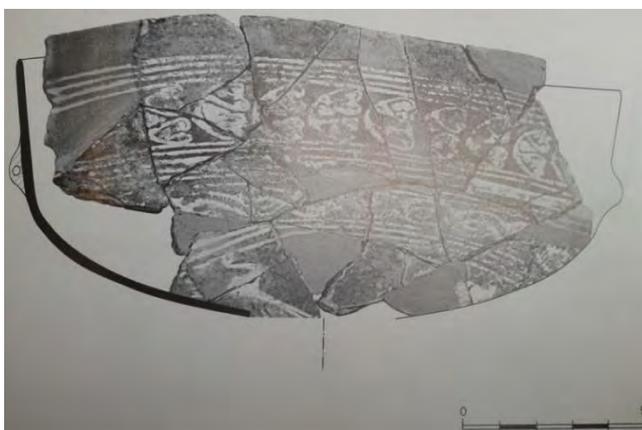


Figura 2: Cerámica pintada de La Aldehuela. (Santos Villaseñor 2005: 1029)

temas decorativos meridionales aunque con las respectivas variaciones locales.

Se especula acerca de la función de los vasos con pintura ya que no se tienen estudios sobre su contenido. Por las diferentes estructuras en las que han sido hallados y dado su origen foráneo, se presentan como objetos de prestigio y

se les atribuye una función ritual. La pintura se aplica a diferentes tipologías cerámicas según los yacimientos y el conjunto cultural al que se adscriben, en algunos casos está atestiguada tanto en el interior como en el exterior de las vasijas.

El vaso más característico de la Aldehuela se puede observar en la figura contigua. Es un cuenco de paredes casi rectas y fondo de casquete esférico, con lo que parecen dos mamelones perforados en sentido horizontal para su suspensión. Está decorado con

motivos geométricos en el interior, mientras que el exterior presenta una división en metopas, con líneas horizontales que contienen flores de loto.

## **DISCUSIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LA EXPERIMENTACIÓN**

El objetivo es observar el proceso de deterioro de la pintura aplicada después de la cocción. La pintura a utilizar será producto de la mezcla del ocre rojo o hematites (pigmento de origen mineral) y uno de los aglutinantes conocidos y presumiblemente utilizado durante la prehistoria reciente, la caseína. Esta sustancia es una fosfoproteína compleja obtenida a partir de la leche (Domenech 2010), elegida debido a sus propiedades adherentes y su capacidad para formar películas estables. Tanto es así que, actualmente, se utiliza para fabricar pinturas y pegamentos sin tener que recurrir a componentes plásticos.

Por un lado, quiero comprobar si debido a la fragilidad y solubilidad de las pinturas, éstas se perderían durante la misma etapa de uso (utilización del vaso y correspondiente limpieza). Por otro lado, se emplearán técnicas para acelerar el proceso de degradación de los materiales con el fin de simular las condiciones de deterioro al que son sometidos en el medio aire y tierra con el paso del tiempo y, así, analizar los resultados de la experiencia comparándolos con los restos de decoración que llegan a nuestros días.

De esta forma se podría aportar algo de información a los procesos de obtención de pintura y su aplicación en los vasos cerámicos de la Edad del Hierro y con ello, teorizar acerca de sus posibles usos.

La principal motivación que encuentro en investigar el proceso de degradación pertenece más al ámbito cultural, a la mentalidad de las personas que fabricaron y utilizaron las cerámicas. Por la misma razón, se justifica la elección de una herramienta experimental, para abordar desde una perspectiva práctica los posibles usos y tratamientos que se les daba a las cerámicas con pintura postcocción. No sólo pretendo investigar el proceso tafonómico que ha podido experimentar el registro cerámico pintado, sino que trato de indagar en los motivos de los alfares para utilizar este tipo de decoración. Algunas de las preguntas que inevitablemente me surgieron desde el inicio fueron: ¿Por qué pintaban las vasijas después de la cocción y no antes?, ¿se borraría la decoración con el uso y la limpieza simple de los vasos?, ¿tiene una función estética la pintura o más bien simbólica dentro del proceso de fabricación de la cerámica?, entonces ¿era tan importante la decoración en sí o era prescindible frente a la funcionalidad del vaso?, ¿utilizarían las

cerámicas si se borrara la pintura o aplicarían otra capa de color?, ¿tenemos alguna constancia arqueométrica o etnográfica de que las pinturas postcocción se vuelvan a pintar en el caso de que desaparecieran los motivos?, ¿se someterían a una segunda cocción los vasos de mayor relevancia social, o bien todos, o ninguno?

El fin de la experimentación es arrojar algo de luz acerca de estas cuestiones dado que otras disciplinas poco se han interesado sobre ellas. Muchas tendencias arqueológicas siguen instaladas en el culto al objeto, en crear tipologías de las decoraciones y formas, otras corrientes historiográficas se centran en investigar la genealogía de las culturas indígenas a partir de los materiales autóctonos o foráneos. Más allá de eso y sirviéndome del método experimental, trato de reproducir una técnica decorativa que realizaban varias culturas del pasado en ámbitos geográficos diferentes y que incluso se sigue realizando en el presente. Además, trato de comprobar si este tipo de decoración, con las variables que manejo, resistiría el proceso tafonómico al que será expuesta, lo que podría indicar que cerámicas que encontramos vacías de decoración pintada, la hubieran perdido con el paso del tiempo. Para este fin, dotar de objetividad al conocimiento arqueológico, el proceso será acelerado en alguna de sus fases. La hipótesis que planteo en principio es la resistencia de las pinturas a la simulación del proceso de limpieza y uso, no así al proceso de degradación, que aplicaré hasta la desaparición total de las representaciones. Para la limpieza utilizaré materiales que se encuentran con facilidad en el ámbito geográfico seleccionado, aunque son accesibles o similares en casi cualquier zona del planeta. Posiblemente podrían haber sido utilizados para la limpieza restos de tejidos de lana, cueros, restos de paja seca entrelazada, como esparto o estopa, aunque su utilización seguramente esté condicionada por el tipo de recipiente a limpiar; no se utilizaría el mismo material para los recipientes de uso diario que para la limpieza de objetos de prestigio o recipientes rituales, que puede que nunca se llegaran a limpiar.

Respecto a la información acerca de la pintura postcocción en la actualidad, he consultado un estudio etnográfico en el mundo bereber, donde las mujeres de los poblados siguen utilizando el método de producción tradicional. Observando el proceso de producción se pueden extraer paralelismos con la prehistoria reciente ibérica. La mayoría de los vasos se pintan antes de la cocción pero también se fabrican cerámicas que serán

pintadas después de cocerlas, éstas son de uso cotidiano y pierden la pintura con los usos, según documenta Javier Fanlo después de su experiencia en Bider, Argelia<sup>2</sup>.

Por otra parte, no tengo constancia de la realización de proyectos experimentales centrados en los procesos de degradación de la cerámica pintada. Lo que sí abundan son investigaciones en torno al proceso de fabricación de las pinturas y las formas de aplicación durante prehistoria. Un trabajo, entre otros, publicado en BAEX, me ha ayudado a la hora de seleccionar los pigmentos y los aglutinantes empleados (Álvarez 2012). También se han desarrollado estudios experimentales sobre el proceso de abrasión de las cerámicas (Skibo, Butts y Schiffer 1997), éstos me han servido para inspirarme en las técnicas de aceleración del deterioro.

## **METODOLOGÍA**

Me he encontrado con dificultades desde el inicio de la experimentación. Al no conocerse estudios arqueométricos acerca de la composición de las pinturas de los vasos cerámicos, en especial de los aglutinantes, me he inclinado a probar con la caseína. Otros documentados para la pintura en la prehistoria son: clara de huevo, grasa de origen animal, huesos, tendones o cartílagos triturados o resinas y gomas de origen vegetal. El pigmento escogido ha sido el ocre, uno de los más característicos para el ámbito estudiado. También están documentadas pinturas bicromas y varios pigmentos de origen mineral posiblemente empleados: limonitas (amarillo), calcitas (blanco), grafito (negro). Puede ser que utilizaran pinturas de diferente composición a las de tipo precocción, con aglutinantes que desconocemos o mezclando los conocidos. O que con el fin de hacer más resistente la decoración, se emplearan resinas de origen vegetal o miel (agente plastificante) para el acabado final, dato que desconocemos. Otra hipótesis relacionada con este tipo de decoración, es la exposición de las cerámicas a una segunda cocción a una temperatura más baja después de la aplicación de la pintura, el fin es fijarla de forma permanente. Ésta es una práctica documentada en los trabajos etnográficos citados anteriormente.

Una dificultad añadida a la experimentación ha sido la inexperiencia de la experimentadora, tanto en las técnicas alfareras, lo que ha significado repetir las tablillas

---

<sup>2</sup> Se trata de una conferencia a cargo de Javier Fanlo en la que se documenta audiovisualmente las experiencias con las alfareras de Bider, Argelia. Se presentó en CERCO, Feria de cerámica contemporánea de Zaragoza, en 2013.

al romperse dos de tres durante la cocción y en un segundo intento, dos de seis, como en el proceso de obtención de la pintura y su aplicación.

Por la inexistencia de datos concretos acerca de los elementos que se utilizaban tanto para la fabricación de las pinturas como para la limpieza de los recipientes, los materiales elegidos para la experimentación son hipotéticos y susceptibles de cambios en experiencias futuras, en concreto el aglutinante y el disolvente, clave para la adhesión del pigmento a la cerámica.

Una vez aplicada la pintura a las tablillas de cerámica cocida, con el fin de comprobar el proceso de desgaste durante la etapa de uso de los cuencos, se probará una limpieza mecánica con materiales que posiblemente utilizaron en el pasado y la inmersión en agua, simulando el posible contenido de los recipientes:

- Tablilla 1: se experimentará la fricción con lana de origen industrial tejida (número 1 en la figura 3). Se trata de la limpieza más suave, el tiempo de duración estimado es de cinco minutos.
- Tablilla 2: se experimentará una limpieza con *estropajo* de estopa (2) durante 5 minutos.
- Tablilla 3: se experimentará una limpieza con *estropajo* de esparto (3), material más duro que el anterior. El tiempo estimado es de 5 minutos.
- Tablilla 4: se propone una inmersión en agua, durante 5 minutos, 10, 15 y una hora progresivamente, hasta 24 horas o la desaparición de la pintura.



Figura 3: materiales utilizados para el deterioro.

De la misma forma, para documentar el proceso tafonómico de degradación una vez abandonada la cerámica, propongo acelerar el proceso del paso del tiempo aplicando:

- Tablilla 5: una fricción con arena de diferentes diámetros. Primero con la obtenida de una criba de 1 mm (5.1) y después con grava obtenida de una criba superior a los 2 mm de diámetro (5.2). La experimentación se realizará durante 15 minutos para cada elemento, en ciclos de 5 minutos.

Cabe la posibilidad de que la pintura desaparezca antes de completar el proceso de limpieza y reproducción del deterioro.

Con el marco material empleado, las variables que se manejan en la presente experimentación son:

- Variable dependiente: grado de deterioro de las pinturas.
- Variables independientes: fricción con lana tejida (tablilla 1), estopa (tablilla 2) y esparto (tablilla 3), tiempo de inmersión en agua (tablilla 4), tiempo de fricción con arena (tablilla 5), el pigmento (ocre/hematites de procedencia industrial), el disolvente (agua) y el aglutinante (caseína ácida en polvo de producción industrial).
- Variables fijas: composición, forma y dimensiones de la cerámica (arcilla y desgrasante mineral).

## RECURSOS

Para llevar a cabo la experimentación se han seguido una serie de pasos que detallo a continuación:

1. Se fabrican las tablillas rectangulares con arcilla del Laboratorio de Arqueología Experimental de la UAM y desgrasante mineral. El grosor deseado es de 1 cm aproximadamente, las dimensiones dadas son de 8 cm de ancho y 7 cm de altura, aproximadamente.

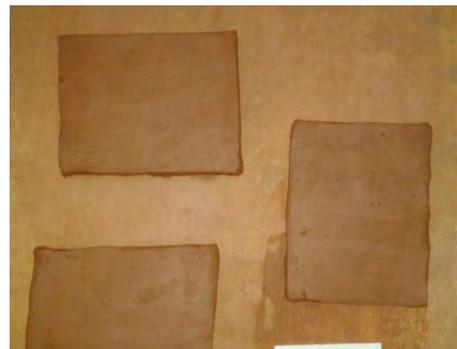


Figura 4: Tablillas de arcilla antes de la cocción.

2. Se dejan secar durante dos días en un lugar ventilado y se procede a su cocción en el horno industrial Mufra. Tardará 4 horas en alcanzar la temperatura deseada, 800°C y una hora más en producirse la cocción, ésta se realizará de forma oxidante. El resultado de la cocción no fue satisfactorio, por lo que hubo que repetir la cocción con nuevas tablillas. Puede que se rompieran debido a la falta de tiempo de amasado, a la falta de desgrasante o al necesitar más tiempo de secado antes de introducirlas en el horno.
3. Se realiza la pintura mezclando el pigmento con el aglutinante y el disolvente, añadiendo más caseína o agua con el fin de obtener una textura cremosa y homogénea. El resultado es una disolución de color rojo oscuro que tiende a disgregarse en los elementos que la componen por lo que a la hora de aplicarla debe homogeneizarse bien con el pincel antes de cada trazo. Esto puede indicar que no se haya fabricado bien la pintura.



Figura 5: reproducción de pintura postcocción en cinco tablillas de cerámica.

4. Se pintan las cerámicas con motivos geométricos inventados y se dejan secar. Se observa que la cerámica absorbe una parte de la pintura y que quedan gránulos de caseína que parecen no disueltos. Se observa también, que sólo con transportar las cerámicas envueltas en papel de periódico para su protección, parte de la pintura se pierde. Esto parece indicar una mala adhesión del color al soporte, seguramente por el aglutinante empleado.
5. Se procede a experimentar el proceso de deterioro de las pinturas con el uso y limpieza:

5.1. Tablilla 1: frotó la tablilla con el tejido de lana en seco. Antes de transcurrir un minuto, la pintura prácticamente ha desaparecido, aunque al terminar el proceso un ligero rastro de la representación es visible a simple vista (figura 6).



Figura 6: resultado de la simulación de limpieza con lana tejida.

- 5.2. Tablilla 2: utilizó el estropajo de estopa durante cinco minutos. Los resultados son similares a la fricción con lana, si bien la pintura ha aguantado más tiempo, finalmente casi ha desaparecido quedando una ligera marca de los trazos en una tonalidad más oscura a la de la cerámica.
- 5.3. Tablilla 3: de igual forma que en las experiencias anteriores, friccione la tablilla con el estropajo fabricado con esparto, como se observa en la figura 7. A los tres minutos la pintura se ha eliminado por completo resultando éste material el más

abrasivo. A diferencia de las otras experiencias, en este caso es bastante complicado rastrear a simple vista vestigios de las representaciones.



Figura 7: simulación de limpieza con esparto.

5.4. Tablilla 4: uno de los posibles usos de las cerámicas así decoradas puede ser la contención de líquidos, por ello he sumergido la reproducción en agua. Parece que es la técnica de degradación utilizada que menos desgasta la pintura. Después de los diez minutos bajo el agua, el polvo seco del sobrante de pintura se ha desprendido de la tablilla quedando intacto el dibujo. A los 20 minutos de estar sumergida, muevo el cubo en círculos para remover el agua durante 5 minutos sin cambio aparente en la coloración.



Figuras 8 y 9: simulación de deterioro debajo de un chorro de agua durante 5 minutos ; deterioro de pintura bajo el agua.

6. Se procede a experimentar el proceso de deterioro después del abandono de los recipientes mediante:

6.1. Tablilla 5: exposición de las pinturas a la fricción de gravas primero y arena de grano fino después.



Figura 10: simulación de deterioro por abrasión de gravas.

Después de los cinco primeros minutos de fricción suave, la pintura parece aguantar la erosión de la grava aunque en el segundo ciclo se pierde bastante el dibujo. La arena de grano fino ha resultado ser más abrasiva; el dibujo se va perdiendo en el primer ciclo de abrasión y acaba por desaparecer en el segundo, incluso ha resultado dañada la superficie de la cerámica tras transcurrir los 15

minutos de la experiencia.

## RESULTADOS

Los resultados obtenidos no se corresponden exactamente con los previstos en la hipótesis de partida, no obstante, han resultado satisfactorios para responder a algunas de las preguntas que formulaba al principio del trabajo y como precedente para mejorar experiencias futuras.

Respecto a la simulación de la limpieza, ninguna de las reproducciones ha mantenido la pintura. De los materiales utilizados, la lana es la menos dañina, pudiéndose ver a simple vista restos de pintura adheridos a la cerámica. La estopa y el esparto son más abrasivos, el resultado de su utilización ha sido un ligero resto de color poco distinguible, casi inapreciable en el caso del esparto.

Por otro lado, la simulación de uso ha sido más satisfactoria: la pintura ha soportado la inmersión en agua durante horas y la aplicación del chorro de agua, aunque perdió coloración y no se mostraba consistente al tocarla con las manos (figura 11).



Figura 11: Resultado del proceso de deterioro bajo el agua: después de 10 minutos de inmersión, 20 y 2 horas.

Esta experiencia atestigua la resistencia de la pintura postcocción aplicada en el interior de los recipientes, aunque seguramente utilizarían otros aglutinantes no solubles en agua.

Debido a estos resultados se puede concluir que no se utilizaban estas técnicas de limpieza, bien se utilizarían otras o ninguna ya que no encuentro factible la posibilidad de repintar las cerámicas después de cada uso.

Respecto al proceso de deterioro, el resultado coincide con la hipótesis planteada, la aceleración de la variable temporal mediante la fricción continuada con grava y arena ha conseguido eliminar por completo la decoración, e incluso ha erosionado la superficie de la tablilla cerámica. Por ello puedo concluir que la técnica utilizada para deteriorar la pintura simulando el paso del tiempo es satisfactoria, también puede significar que algunas de las cerámicas sin decoración aparente encontradas en el ámbito estudiado, estuvieran pintadas, ya sea antes o después de cocerlas (figura 12).

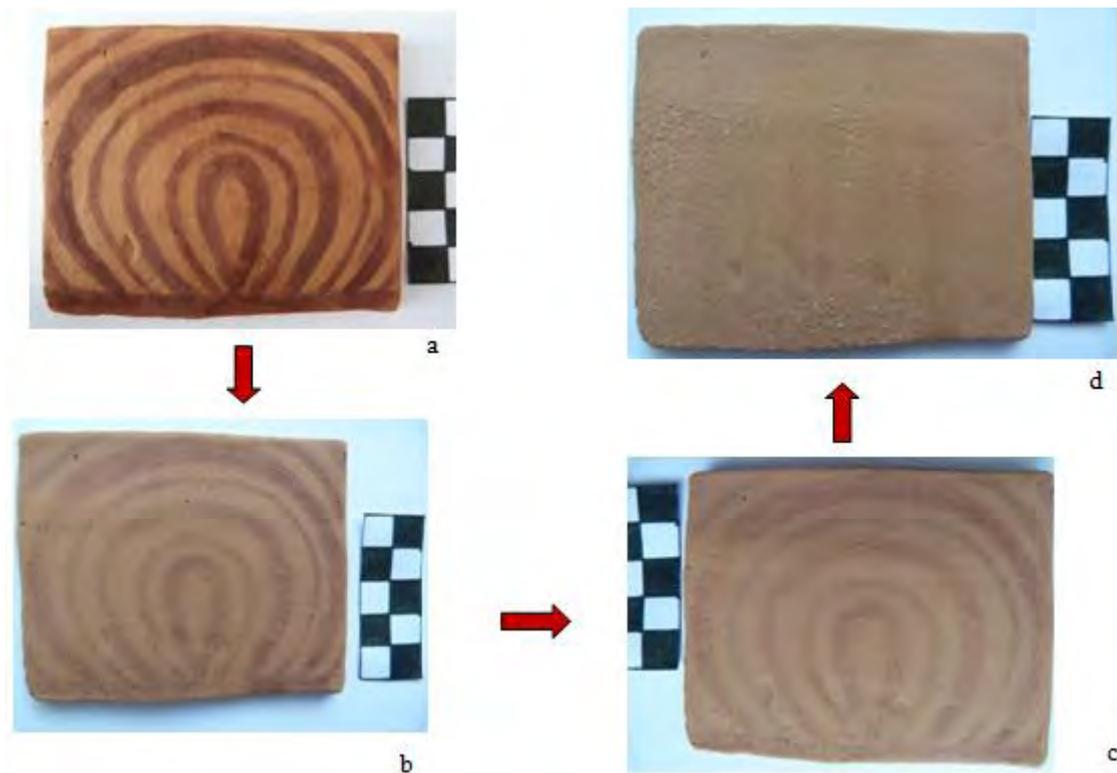


Figura 12: resultado del proceso de deterioro por fricción con grava durante 10 minutos (b), con arena fina después de 5 minutos (c) y resultado de la erosión en la cerámica después de los 15 minutos de abrasión (d).

## CONCLUSIONES

Es importante señalar la escasa adhesión de la pintura fabricada a las cerámicas, se desprendía con tocarla, lo cual implica que el proceso de elaboración y aplicación de la pintura no es el utilizado en la Edad del Hierro. Ésta es una de las principales debilidades de la experimentación, causada por la inexperiencia de la experimentadora y los pocos estudios arqueométricos publicados sobre la composición de las pinturas. Es posible solucionar esta desventaja en futuras experimentaciones utilizando otro aglutinante que favorezca una mayor adhesión, como los derivados de resinas y gomas vegetales o cartílagos de animales, conocidos por sus propiedades adhesivas. Otra posible experiencia que podría realizarse incluiría una segunda cocción después de aplicar la pintura, esto comprobaría sus transformaciones químicas y físicas con la exposición térmica y su resistencia al deterioro. Pienso que por estos motivos, el resultado de la experimentación no ha sido el esperado.

Otro aspecto a mejorar para futuras experiencias está relacionado con el estudio de los resultados. La utilización de análisis bajo microscopio permitiría sacar conclusiones más certeras acerca de la adhesión de la pintura a la cerámica, este estudio

permite comprobar empíricamente los resultados de la experimentación con los materiales arqueológicos (también analizados bajo microscopio).

Por todo lo demás, he aprendido mucho durante el experimento, tanto sobre aspectos teóricos de los materiales y técnicas empleadas, como de la importancia de realizar un planteamiento práctico, experimental sobre los procesos del pasado. Ponerse en la situación de individuos que vivieron hace miles de años no es tarea fácil en un mundo en el que los productos de consumo se adquieren ya fabricados y se desprecian en cuanto pierden interés o funcionalidad. Indagar en la mente de los individuos del pasado es todo lo contrario, un aprovechamiento máximo de los recursos, reutilización y reciclaje de materiales hasta su agotamiento y una mentalidad práctica basada en la prueba-error para seleccionar los productos del medio que pudieran servirles. Aunque como digo es complicado, la arqueología experimental demuestra que es posible.

## **BIBLIOGRAFÍA**

ÁLVAREZ, C. (2012): "Los pigmentos en la prehistoria: proyecto de experimentación térmica con óxidos e hidróxidos de hierro". *Boletín de Arqueología Experimental*, 9: 2-5.

BAENA PREYSLER, J. (1997): "Arqueología experimental, algo más que un juego". *Boletín de Arqueología Experimental*, 1: 2-5.

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, 23. Valencia: Real Academia de Cultura Valenciana: 47 – 67.

MENÉNDEZ FERNÁNDEZ, M. (Coord.) (2006): *Prehistoria y Protohistoria de la Península Ibérica*, Tomo II. Madrid: UNED, pp. 372-376.

ROMERO F., RAMÍREZ F.L. (1996): "La Cultura del Soto. Reflexiones sobre los contactos entre el Duero medio y las tierras del sur peninsular durante la Primera Edad del Hierro". *Homenaje al Profesor Manuel Fernández-Miranda. Complutum Extra* 6, vol I. (Querol y Chapa eds.) Madrid: 313-326.

SANTOS VILLASEÑOR, J. (2005): "Motivos ornamentales orientalizantes en las cerámicas de La Aldehuela". En S. CELESTINO PÉREZ Y J. JIMÉNEZ ÁVILA (eds.), *El periodo orientalizante: Actas del III Simposio Internacional de Arqueología de Mérida, Protohistoria del Mediterráneo Occidental*, vol. 2. Mérida: 1025-1038.

SKIBO, J.M., BUTTS, T.C., SCHIFFER, M.B. (1997): "Ceramic surface treatment and abrasion resistance: an experimental study" *Journal of Archaeological Science*, 24, 4: 311-317

# **APROXIMACIÓN A LA APLICACIÓN DEL PROCESO DE BOUGARD SOBRE LAS CERÁMICAS DE DOLNI VESTONICE I**

Approximation to the application of the Bougard process on the ceramics of Dolni

Vestonice I

Alejandro Zorrilla Almarza<sup>1</sup>

*Fecha recepción:* 16/11/2016

*Fecha aceptación:* 29/11/2016

## **RESUMEN**

Este trabajo recoge la propuesta que realiza Bougard en su trabajo de 2011 sobre la forma de producción de las figuras cerámicas que se encuentran en el yacimiento checo de Dolni Vestonice I, cuya cronología se encuadra en el Gravetiense de Europa Central y la importancia técnica del trato de la arcilla en una etapa del Paleolítico Superior con pocos ejemplos parecidos. La configuración de la experimentación se realizará en el Laboratorio Experimental de la Universidad Autónoma y con materiales de la Península Ibérica.

**Palabras clave:** Arqueología Experimental; Paleolítico Superior; Dolni Vestonice I; Cerámica

## **ABSTRACT**

This work reflects the proposal made by Bougard in his work in 2011 on the form of production of the ceramic figures found in the Czech deposit of Dolni Vestonice I, whose chronology is in the Gravetian of Central Europe and the technical importance of the treatment of the clay in a stage of the Upper Paleolithic with few similar examples. The configuration of the experimentation will be carried out in the Experimental Laboratory of the UAM and with materials of the Iberian Peninsula.

**Key words:** Experimental Archaeology; Upper Palaeolithic; Dolni Vestonice I; Pottery.

---

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Madrid / alejandro.zorrilla@estudiante.uam.es

## 1. CONTEXTO HISTÓRICO-ARQUEOLÓGICO: DOLNI VESTONICE.

### 1.1. Aspectos generales de Dolni Vestonice I.

El yacimiento de Dolni Vestonice I se encuentra en la región sur de Moravia (República Checa), cerca de la ciudad de Brno, dentro de los montes de Pavlov. El paisaje aledaño de este yacimiento se basa en colinas de caliza de 550 metros de altura entre las cuales discurre el río Dyje que produce terrazas fluviales donde se acumulan sedimentos coluviales y loésicos. La ubicación de este sitio arqueológico es una zona de paso hacia el interior del continente europeo. Los valles de los grandes ríos, como el Danubio, se emplazan cerca y habilitan un camino natural hacia el sur de Alemania y Austria, donde hay gran cantidad de yacimientos contemporáneos en cronología y tecnología, como Willendorf (Cook 2013: 62; Delporte 1979: 142; Gamble 2001: 421).

La cronología del yacimiento Dolni Vestonice I data entre el 27.000 y el 25.000 BP, calibrada a partir de los estudios de estratos loésicos del suelo del sitio arqueológico y las dataciones por carbono 14 realizadas por los arqueólogos con muestras de las piezas encontradas. El yacimiento se sitúa, por lo tanto, en un periodo Gravetiense, dentro de la cultura Pavlov, ya que son yacimientos aledaños (Bougard 2011: 502; Fuch *et alii* 2013: 664). A partir del estudio de Fuch *et alii* (2013) los niveles de Dolni Vestonice fueron divididos en 21 unidades estratigráficas. El nivel del yacimiento Dolni Vestonice I se encuentra en la unidad 3. En dicha unidad se puede observar un aumento de la cantidad de arcilla (15%) por encima del nivel de loess (10-12%) y un alto nivel de arena fina (35%); estos niveles propiciarán un suelo de loess argilizados<sup>2</sup> –con arcilla– en una conjunción perfecta para realizar las figuras cocidas encontradas arqueológicamente.

El clima durante este periodo es algo frío debido a que se encuentra al final del episodio templado Kesselt (28.000 BP) y durante el Evento Heinrich 3 (28.000-26.000 BP) que produce un enfriamiento general del continente europeo al desprenderse grandes bloques de los glaciares del hemisferio Norte al océano Atlántico (Rivera 2004: 30 y 46-47; Sánchez Goñi y d'Errico 2005: 124). Por otra parte durante el final de la ocupación de Dolni Vestonice comienza a hacerse presente el principio del periodo del Último Máximo Glacial con una bajada de temperaturas muy acusada, por este motivo es muy probable su abandono. La vegetación de esta zona se basaría en una tundra arbustiva

---

<sup>2</sup> A partir de la explicación proporcionada por Juan Antonio González (Catedrático de Geografía Física en la UAM) a quien entrevisté el 22 de marzo de 2016 en una tutoría.

abierta y en la estepa, habría bosques en zonas de valle y protegidas del frío de donde las sociedades que habitaban la zona obtendrían recursos madereros. La fauna estaría bien adaptada al clima y al ambiente y se conformaría con especies como el mamut, el reno, el caballo, el lobo o el glotón. Toda esta fauna era cazada en gran número, hasta un total de 100 a 120 individuos de mamut fueron encontrados en los restos del yacimiento (Rivera 2004: 49; Sánchez Goñi y d'Errico 2005: 124; Svoboda 2001: 359).

La forma de hábitat y ocupación de las sociedades de esta zona se basaba en campamentos al aire libre en las terrazas aledañas al río Dyje, como toda la cultura de Pavlov (Schmider 2002: 348). Este río se conformaba como una zona de paso y de abrevadero para los mamíferos que discurrían estacionalmente por Europa Central y que los habitantes de Dolni Vestonice cazarían para subsistir por lo que era un emplazamiento muy estratégico (Svoboda 2006: 7). La forma de los hábitats ha podido ser explicada a partir del descubrimiento en 1951 de uno de ellos (Gamble 2001: 432-433). El hábitat estaba diseñado como una estructura circular de 4 a 5 metros de diámetro con hoyos para postes de sujeción de la cubierta y unos cimientos preparados y hechos a base de loess local. Desde los cimientos se realizaba, mediante piedras y huesos grandes, la forma circular de la estructura de las paredes, en el centro habría un hogar, aunque este no sería utilizado para las cocciones de las figuras, asunto que explicaremos en el punto 2.

El fenómeno de las venus y las figuras animales está datado y se encuentra arqueológicamente a lo largo de toda Europa. Desde la zona de los Urales, con el yacimiento de Kostenki I, pasando por toda Europa Central, con los yacimientos de Moravia o Willendorf, hasta algunos ejemplos en la fachada atlántica como Isturitz o Sireuil (Barandiarán 2006: 94-97; Delporte 1979; Leroi-Gourhan 1994: 108-109; Soffer 1987: 335-339). El arte mueble conforma uno de los pilares del periodo Gravetiense y permite corroborar una serie de conexiones entre las sociedades que poblaban Europa en esta fase con un horizonte cultural similar.

## **1.2. La Arqueología en Dolni Vestonice I.**

Las primeras excavaciones de Dolni Vestonice I se realizaron en la segunda mitad de la década de los años veinte del siglo XX, 1924, hasta el año 1938, dirigidas por Karel Absolon quien encontrará la famosa 'venus negra' (Fig. 1) (Delporte 1979: 142-144; Verpoorte 2000: 95). A partir de finales de la década de los cuarenta el arqueólogo



Fig. 1. Venus Negra de Dolni Vestonice I. Don Hitchcock 2008 Anthroposmuseum, Brno.

Bohuslav Klima se encargará de dirigir las sucesivas excavaciones donde se obtendrán seis niveles arqueológicos de ocupación con multitud de restos de toda clase: hábitats, tecnología lítica, hogares, figuras, restos óseos, enterramientos...

Bajo la dirección de Klima se realizan una serie de estudios en la venus encontrada por Absolon y en las demás figuras de las mismas características para descubrir de qué material estaban compuestas y como se realizaron (Vandiver *et alii* 1989). A partir de los años 80 el Dr. Jiri Svoboda, del Instituto de Arqueología de la Academia de Ciencias de la República Checa en Brno, es quien dirige el yacimiento y sus sucesivas excavaciones, las últimas publicadas son entre 2007-2011; su trabajo ha sido ampliar el conocimiento y el estudio de las excavaciones previas y realizar investigaciones con recursos científicos y multidisciplinares (Información del

Museo Regional de Mikulov y el Instituto Arqueológico de CAS, Brno).

## 2. ¿Cómo realizaron las figuras animales y las venus en Dolni Vestonice?

Uno de los mayores atractivos del yacimiento de Dolni Vestonice son la gran cantidad de figuras que allí se encuentran, tanto de hueso o asta, como de cerámica, siendo estas últimas una de las primeras ocasiones datadas en que se utiliza la cerámica para modelar y crear objetos muebles y simbólicos, como animales o venus, con algunos otros ejemplos en Vela Spila, Tuc d'Audoubert o Klisoura (Farbstein *et alii* 2012: 2).

Los estudios de las primeras excavaciones de Absolon especificaban que el autor o los autores de las figuras podrían haber realizado para crearlas una mezcla de grasa de mamut, hueso quemado y loess de la zona pero Klima en sus investigaciones obtiene datos que muestran el uso de la arcilla y del loess de la zona, que además sería la materia prima principal (Vandiver *et alii* 1989: 1002-1003). A partir de esas investigaciones los

estudios de los años 80 y 90 se centraron en aspectos técnicos y a partir de experimentación científica (Bougard 2011: 468-469).

El artículo de *Science* de 1989 de Vandiver, Soffer, Klima y Svoboda, en el capítulo que Verpoorte (2000) dedica a la cultura de Pavlov y en el artículo de Bougard (2011), se muestra todo lo referente a la tecnología, formación y técnicas que fueron utilizadas para crear las figurillas, tanto animales como venus. El dato más importante es el alto contenido de arcilla del loess que permitía que su estructura granular fuera más aglutinante para realizar con mayor facilidad las figurillas.

Las radiografías realizadas en diversas piezas de Dolni Vestonice, realizadas en 1989, mostraron como se había modelado y unido las piezas (Vandiver *et alii* 1989: 1004). En un primer momento el loess mojado servía para crear por separado cada parte de la figurilla; luego se unirían todas las partes en el momento previo al secado. Los adornos y detalles eran realizados con los dedos y las uñas siempre antes del momento de cocción. En ningún momento del proceso se imprimía algún tipo de pigmentación la coloración de las piezas, que se mueve entre el naranja y el gris-negro se producía por el tipo de cocción que se realizaba en un ambiente reductor (con tonalidades del marrón al negro) u oxidante (tonalidades anaranjadas-marrón claro) (Vandiver 1989: 1004; Verpoorte 2000: 97-98).

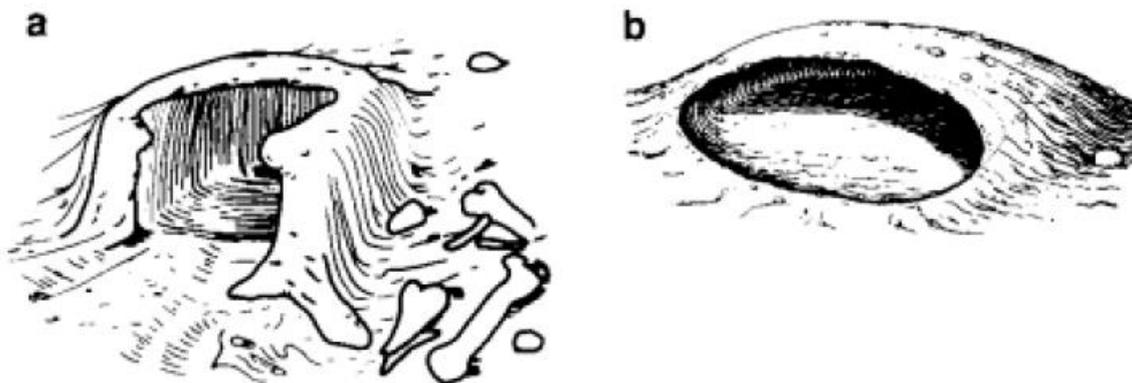


Fig. 2. Dos tipos de hogar-horno encontrados en Dolni Vestonice I. (Vandiver *et alii* 1989: 1007, figura 7).

Los hogares-horno donde realizaban la cocción de las piezas podían ser de dos tipos (Fig. 2) y se encontraron alejados del núcleo poblacional unos 70 metros (Gamble 2001: 436). Estas estructuras estaban realizadas con loess local y se endurecían durante el proceso de cocción al igual que las piezas. En su interior tenían una acumulación de ceniza, producto de las sucesivas cocciones, que era utilizada para conseguir el ambiente reductor (Verpoorte 2000: 98). La temperatura que podían alcanzar este tipo de

estructuras para cocción rondaba entre los 500 y los 800 grados centígrados; las piezas eran cocidas alrededor de los 600-800°C durante un periodo de unas dos horas según los estudios de Vandiver *et alii* (1989).

Gran parte de las figuras encontradas en el yacimiento de Dolni Vestonice son solo partes de piezas mayores, por ejemplo hay gran cantidad de cabezas de animales rotas y sin cuerpo. El alto número de este tipo de casos planteó a los arqueólogos que estas fracturas fueran intencionales y que la creación de este tipo de figuras fuera exclusivamente para realizar choques térmicos y que estallaran en el proceso de cocción. Para conseguir esta reacción controlarían la temperatura tanto de la pieza como de las brasas, mojando la pieza seca y metiéndola en las brasas al rojo (700-800°C) se produciría el choque térmico que buscaban o que tal vez simplemente ocurría por falta de pericia con el trabajo de la cerámica y la temperatura (Gamble 2001: 436-437; Vandiver *et alii* 1989: 1007; Verpoorte 2000: 98). Una peculiaridad de estas características condujo a los investigadores a pensar que sería muy probable que las fracturas fueran todo un ritual simbólico, aunque realmente pudo ser producto de otros motivos diferentes.

### **3. Justificación de la aplicación de la Arqueología Experimental.**

Los estudios realizados sobre el yacimiento de Dolni Vestonice siempre estuvieron organizados y estructurados en función de las mismas piezas, es decir, en su composición, en sus capacidades como cerámica cocida, etc. Pero en ningún momento se muestran estudios de Arqueología Experimental con el loess de la zona mediante pruebas de modelado y cocción, salvo una pequeña prueba poco explicada en el artículo de Vandiver *et alii* (1989) que data del momento en que los arqueólogos sacan a la luz una serie de hogares, los replican y prueban cociendo loess, sin seguir ningún tipo de metodología concreta.

El objetivo de realizar un trabajo de Arqueología Experimental sería replicar todo el proceso de creación de las figuras, hechas de loess y arcilla, de Dolni Vestonice a partir del esquema de 17 puntos, al no estar probado en Arqueología Experimental, de Bougard (2011: 500) y observar si las piezas tendrían el mismo aspecto que los materiales arqueológicos y si se producirían los choques térmicos que se identifican en el yacimiento.

Procederíamos, de esta manera, a recoger el material necesario y a seguir las fases establecidas de modelado y cocción, realizándola de manera reductora, como indica que

ocurrió Vandiver *et alii* (1989) y Verpoorte (2000) en un hogar, mediante una réplica del utilizado en el yacimiento y datado arqueológicamente.

#### 4. EXPERIMENTACIÓN

##### 4.1. Materia prima y limitaciones de la experimentación.

Para comenzar el trabajo debíamos obtener el loess. Para conocer donde podríamos encontrar este tipo de material sedimentario concertamos una tutoría con Juan Antonio González, Catedrático de Geografía Física de la UAM. Durante la tutoría el profesor González expuso los procesos que habían sucedido en la zona de Moravia para que las características del loess tuvieran unas peculiaridades tan idóneas para el modelado de las figuras.

Debido a los procesos de arrastre de sedimentos producidos tras la retirada de los hielos durante el fin de la penúltima expansión glacial y motivada por el alto contenido en arcilla de la zona de deposición de sedimentos del valle del Dyje, se había originado un proceso de argilización que había permitido que este tipo de partículas de origen limoso fueran una buena argamasa para ser modelarlas. Los sedimentos loésicos suelen ser arrastrados por los ríos y los glaciares además de ser movidos por el viento debido a que las partículas de deposición tienen un tamaño de 10 a 50 micrómetros. El profesor González apuntó que sería imposible obtener un loess de la Península Ibérica con unas características similares. Debido al alto contenido en yeso, algo que en la zona de Moravia no se presenta, y con apenas contenido arcilloso en comparación con los loess de Dolni Vestonice sería imposible utilizar un loess local en el trabajo. Era por lo tanto imposible obtener la materia prima original o replicarla de alguna manera.

Para solventar este problema fundamental tuvimos que redirigir el trabajo para poder utilizar un material similar en la réplica del proceso de obtención, modelado y cocción. Tras hablar con los profesores Felipe Cuartero y Javier Baena acerca de la limitación del material concurren en que el único sedimento similar sería realizar con un limo una serie de pruebas. Debería observar si sería posible que con un material limoso y arcilla, en las proporciones establecidas por Vandiver *et alii* (80% y 20% respectivamente), se pudiera crear una solidez y una textura similar a las figuras encontradas en Dolni Vestonice. La advertencia inicial de ambos profesores fue que el limo, al ser un sedimento arenoso, produciría ese tipo de textura arenosa en la pieza al cocerla.

#### 4.2. Objetivos y variables.

El objetivo del trabajo es crear cuatro piezas (I, II, III, III<sup>3</sup>), además de realizar dos pruebas piloto (0 y 1), en un molde cuyas medidas son: 7 x 5 x 2 centímetros. La proporción de limo (80%) y de arcilla (20%), estará determinada por los estudios de Vandiver *et alii* (1989), a estas proporciones se añadirán 15 mililitros de agua<sup>3</sup> para que la mezcla resultante se compacte, como especifica Bougard (2011: 500) (Fig. 3). Para la cocción de las piezas realizaremos una réplica del hogar arqueológico utilizado. Las variables fijas, independientes y dependientes se muestran en la siguiente tabla:

VARIABLES	EXPERIMENTACION
<b>Fijas</b>	Proporción de la piezas: limo (80%), arcilla (20%) y agua (15 ml)
	Tamaño del molde: 7 x 5 x 2 cm
	Tiempo de cocción
	Origen de limo: Rambla del Júcar
<b>Dependientes</b>	Atmósfera reductora
	Reacciones térmicas de las piezas (I-III)
	Temperatura de cocción
<b>Independientes</b>	Piezas cocidas: I a III
	Hogar

#### 4.3. Metodología y desarrollo de la experimentación.

##### 4.3.1. Obtención y tratamiento de la materia prima: los limos.

El limo para realizar la experimentación debía proceder de lechos de cursos de agua actuales o antiguos, tanto húmedos como secos. El profesor Felipe Cuartero nos especificó la situación de unos sedimentos limosos en la zona del campus de la Universidad Autónoma de Madrid, cerca de la Residencia de Estudiantes Erasmo de Rotterdam. En dicho lugar obtuvimos 1350 gramos de material limoso (seco). Durante una salida a la Sierra de Rascafría (Madrid), pudimos acceder a 1388 gramos de material limoso (una vez seco), procedente del cauce seco de un riachuelo. La tercera muestra, de 1008 gramos de material limoso (seco), procede de una Rambla del río Júcar, durante una

<sup>3</sup> Denominadas de esta manera a partir de las marcas realizadas en sus superficies para poder diferenciarlas tras el momento de cocción.

<sup>4</sup> Esta medida será determinada a partir de las dos pruebas pilotos que realizamos previamente a las experimentación como tal.

actividad de la asignatura. Tenía por lo tanto tres tipos de limos (Fig. 4), dos de una calidad pobre, aquel procedente de la UAM y el procedente de la Sierra de Rascafría; mientras que el limo procedente de la rambla del Júcar era de gran calidad. La calidad no se encontraba en las características del propio limo puesto que los tres eran similares, aunque el procedente del Júcar tenía menos arena, sino en la cantidad del mismo después de realizar las cribas necesarias para obtener exclusivamente la partícula limosa.

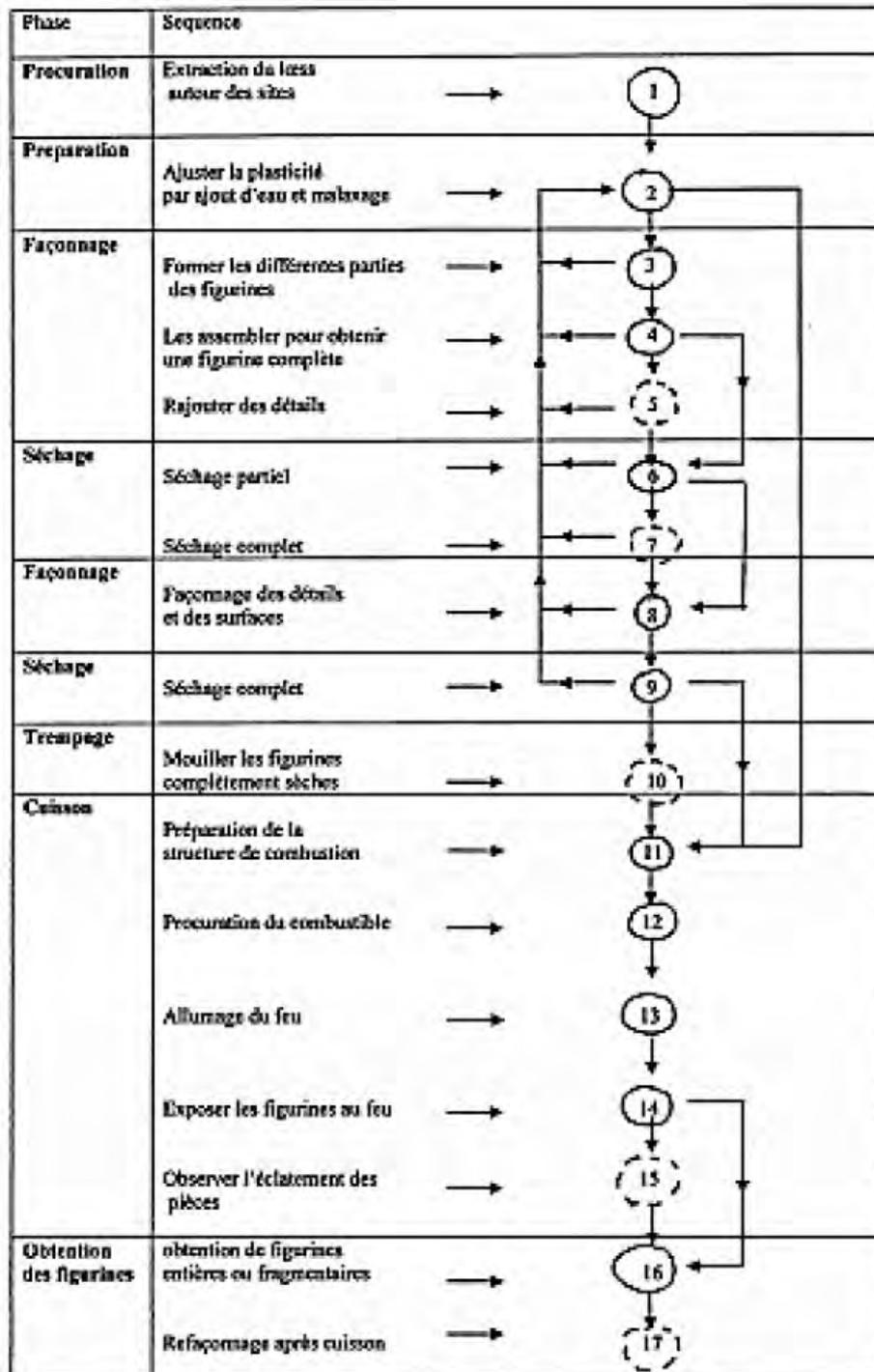


Fig. 3. Proceso de obtención, modelado y cocción de las piezas de Dolni Vestonice. (Bougard 2011: 500, figura 25)

Para obtener la materia prima necesaria realizamos una serie de cribas en tamices, desde 2,5 milímetros hasta 0,06 milímetros, del material bruto, que podemos observar en la imagen anterior. De esta forma obtenemos el sedimento limoso sin las arenas, piedras y demás alteraciones a las que estaba unido en el momento de recogerlo. Queda por tanto una arena fina y de color amarillento (Fig. 5) que se compacta con la presión.

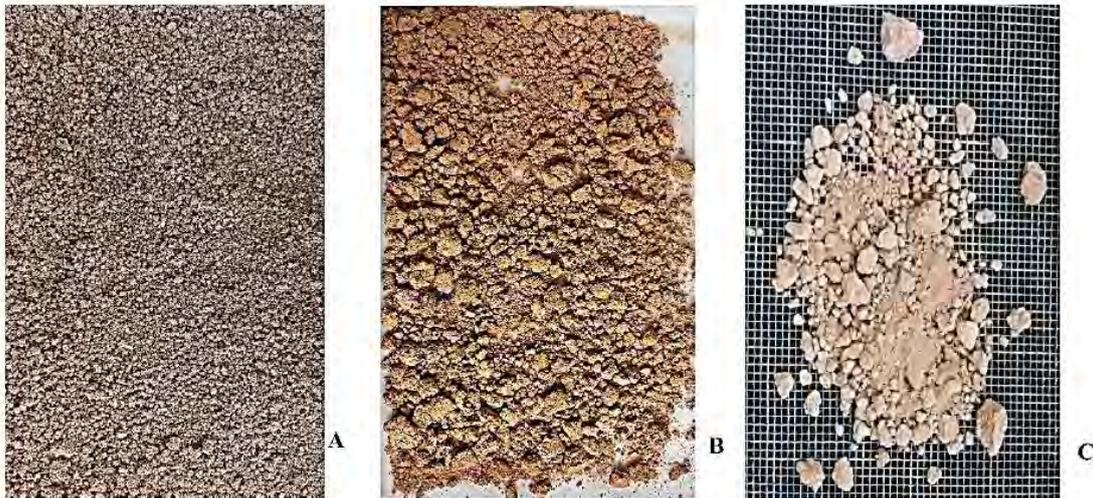


Fig. 4. Tres tipos de limo antes de la criba. A: UAM; B: Rascafría; C: Rambla de Júcar.

El peso del limo, una vez cribado en los tres ejemplos son: UAM: 91 gramos; Rascafría: 127 gramos; Rambla Júcar: 267 gramos. Si observamos los pesos podemos determinar la calidad de la procedencia de cada limo, a la que antes nos referíamos, en el peso total de partículas limosas que hemos obtenido tras el proceso de criba.

Procedimos por tanto a utilizar los dos primeros limos para realizar pruebas piloto y el tercero para crear cuatro piezas, que de esta manera tendría un origen común y no cambiarían en su composición granular. Las pruebas piloto tenían como objetivo comprobar la resistencia del material, las técnicas de fabricación y la cocción reductora.

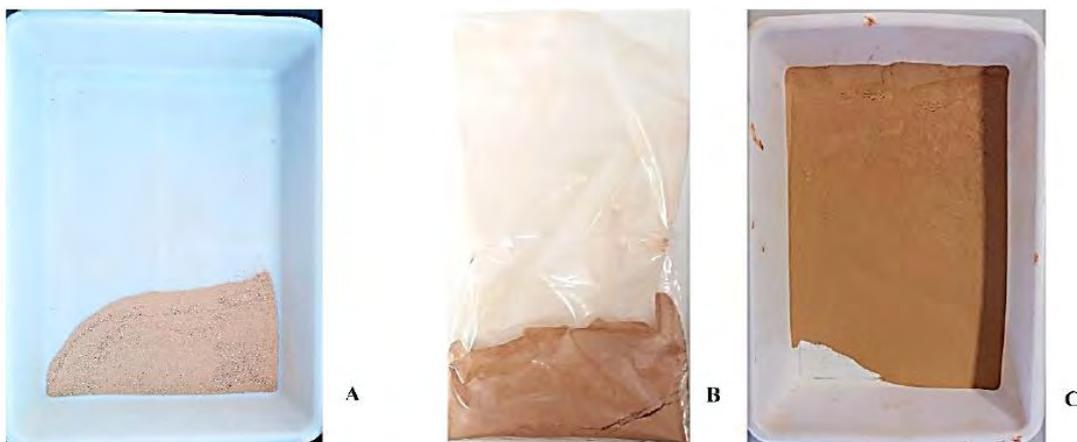


Fig. 5. Limos ya cribados en el tamiz. A: UAM; B: Rascafría; C: Rambla de Júcar.

#### 4.3.2. Materiales utilizados y preparación de piezas.

Los materiales que necesitaremos para realizar la experimentación, tanto las pruebas piloto como las piezas en sí mismas serán:

- Limo, procedente de tres ubicaciones: UAM (91 gramos), Rascafría (127 gramos), rambla del Júcar (267 gramos).
- Arcilla, sin desgrasantes. Un total de 105,67 gramos (divididos, según las proporciones, en las 6 piezas que hemos realizado).
- Agua, 90 mililitros de agua.
- Molde, medidas 7 x 5 x 2 centímetros, a base de cajas portadiapositivas, suministrado por el profesor Javier Baena.

El proceso de amasado de los materiales fue realizado en el Aula de Arqueología Experimental. Para crear las piezas, tanto las de prueba como las de la experimentación, se recurrió a los porcentajes ofrecidos por Vandiver *et alii* (1989) de las piezas arqueológicas originales: 80 % de loess y 20% de arcilla con agua para aglutinar. En este caso un 80 % de limo y 20% de arcilla y 15 mililitros de agua por pieza. Con todos los materiales dispuestos: limo, arcilla y agua, se procede a amasarlos, prensarlos e introducir la mezcla resultante en el molde, presionándolo con una madera para compactar la pieza (Fig. 6). Tras ese proceso esperamos entre 3 y 4 días para que se sequen y extraemos la pieza del molde. El peso y proporciones de cada pieza son:

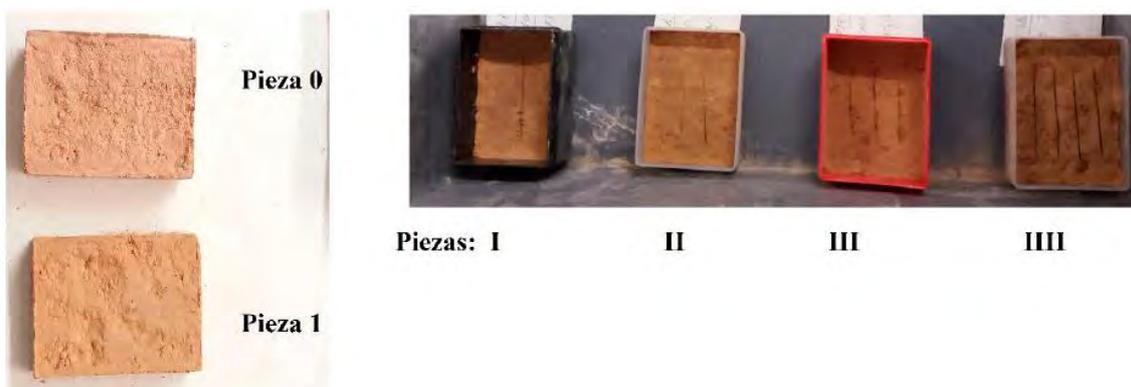


Fig. 6. Piezas 0, 1, I, II, III, IIII.

Para construir el hogar donde se cocerán las piezas de la experimentación I a IIII, se realizará, en el patio del Aula de Arqueología Experimental, un agujero, mediante un pico, una pala y una piqueta; cuyas medidas serán de 92 x 44 x 40 centímetros, a escala del encontrado en Dolni Vestonice I (hogar A) y lo recubriremos de tierra y lajas de piedra



Fig. 7. Hogar realizado en el patio del Aula de Arqueología Experimental.

y ladrillo para evitar el colapso de la estructura debido a que la tierra no es loésica como en el yacimiento de Moravia (Fig. 7).

#### 4.3.3. Pruebas piloto 0 y 1: cocción reductora.

Conseguir una atmosfera reductora para que las piezas obtuvieran el matiz oscurecido que se produce en el yacimiento de Dolni Vestonice; era imposible realizar este tipo de cocción en la mufla o el horno que dispone el Aula de Arqueología Experimental. La técnica *rakú* se utiliza en la cerámica

japonesa para obtener cerámicas con esmaltes de cobre y otros minerales que funden a temperaturas cercanas a 1000°C y que son visibles en la superficie de la pieza mediante un choque térmico, que se realiza al sacar la pieza al rojo y introducirla en un recipiente lleno de serrín y virutas de maderas, tapado para producir vacío y ausencia de oxígeno, lo que permite la carbonización (monóxido de carbono); después se introduce en un balde de agua que termina de desencadenar el choque térmico.

El procedimiento con la pieza 0 se basa en los siguientes pasos: 1) bizcochado de la pieza a 800°C durante una hora y 15 minutos en la mufla del Aula de Arqueología Experimental y enfriado durante un día; 2) en un horno de gas del Aula de Cerámica se introduce la pieza hasta que se alcanzan los 1000°C, mientras, preparación de una cama de serrín y virutas de madera además de un recipiente en el patio cercano a la zona del horno; 3) extracción de la pieza, con una cocción total de unos 45 minutos, al rojo y deposición en la cama de serrín hasta que se produce una llamarada; 4) cubrimiento de la pieza con el recipiente para crear la atmosfera reductora, durante 10 minutos; 5) introducción en un balde de agua para enfriamiento de la pieza. El proceso en fotografías (Fig. 8):



Fig. 8. Cocción reductora estilo *raku* de la pieza 0.

La pieza 1 tuvo una cocción reductora mediante una técnica diferente denominada: carbonización en caceta; en el Aula de Cerámica de la UAM el día 18/05/2016. Mediante esta técnica la pieza se introduce en un recipiente de metal con una cama de serrín, se recubre la pieza con más serrín y se apelmaza con varias capas hasta el borde del recipiente para crear vacío; se tapa con lajas de cerámica y se introduce el recipiente en el horno hasta los 916° C durante tres horas. Durante dicho tiempo se produce un proceso de carbonización del serrín en el interior del recipiente debido a la temperatura del horno. La pieza 1 tuvo un bizcochado previo hasta los 800°C durante una hora y 15 min en la mufla del Aula de Arqueología Experimental. Proceso en fotos (Fig. 9):



Fig. 9. Proceso de carbonización en caceta.

#### 4.3.4. Experimentación de piezas I a IIII.

Con el hogar y las piezas I a IIII preparadas nos disponemos a realizar la experimentación, para ello, recogemos el material necesario para encender la hoguera en la que coceremos las cuatro piezas. A lo largo del patio del Aula de Arqueología Experimental y de los jardines de la UAM recogemos: piñas, ramas pequeñas y medianas; los troncos más grandes y la estopa serán cedidos por el propio Aula (Fig. 10).



Fig. 10. Materiales necesarios para realizar la hoguera en el hogar.

El proceso de experimentación tendrá los siguientes pasos (Fig. 11):

- 1) Una primera hoguera para crear una abundante cama de cenizas en la que después dispondremos las piezas y con las que las taparemos para crear la atmósfera reductora. La hoguera consta de: estopa, ramas pequeñas y medianas, piñas y dos troncos grandes. Tras una hora y 15 minutos, todo el material anterior está consumido por el fuego; se ha creado una cama de cenizas idónea para disponer en ella las piezas. La temperatura medida con el pirómetro a lo largo de esta fase es de alrededor de 600°C en el centro del hogar y de unos 200°C en los laterales.
- 2) Con unos guantes de protección colocamos las piezas en la ceniza, recubriéndolas. Encima de la cama de cenizas realizamos una nueva hoguera buscando una mayor temperatura para que las piezas se puedan cocer. Esperamos una hora y media hasta que se consume la segunda hoguera. La temperatura máxima, medida con pirómetro, es de 903°C en el centro del hogar y de 400°C a 200°C en los laterales.

- 3) Tras una hora de espera para que la temperatura descendiera a unos 200°C en el centro del hogar, este se tapa con arena para evitar que la ceniza candente provoque cualquier tipo de incendio en el patio.
- 4) Al día siguiente, se retira la arena y la ceniza y se recogen las piezas carbonizadas en buen estado.

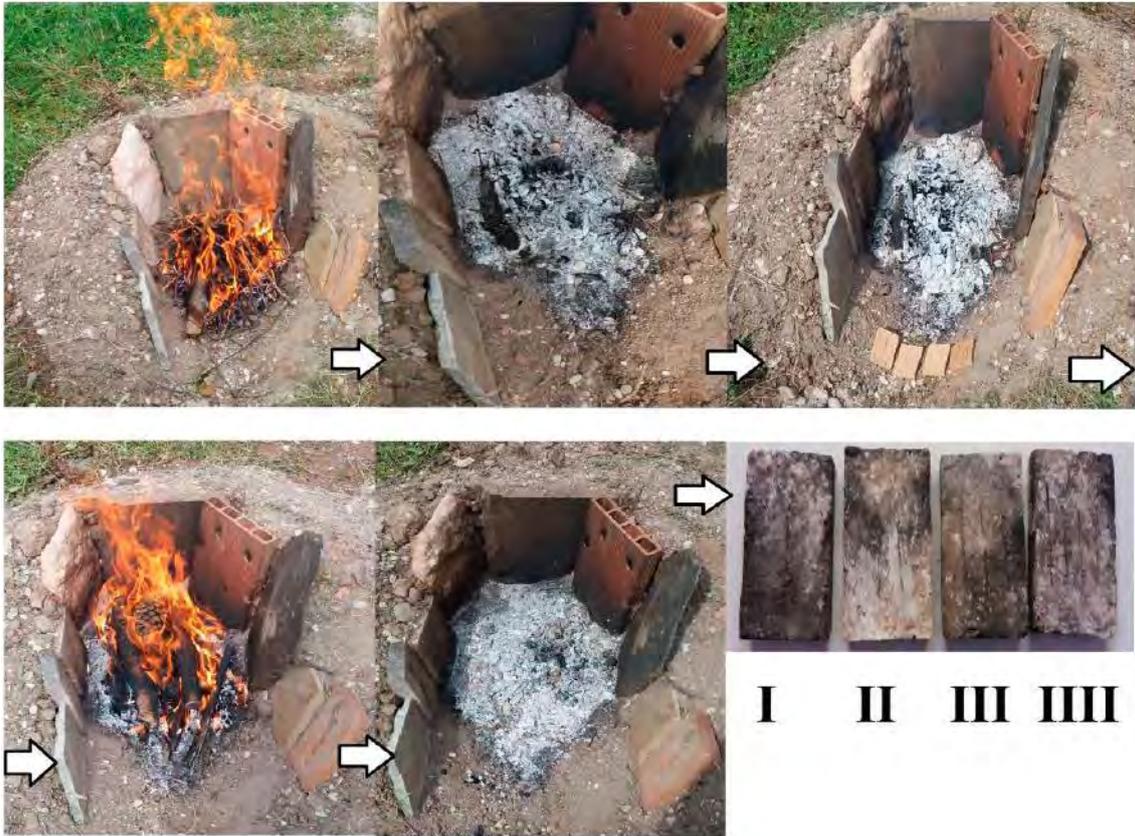


Fig. 11. Proceso de experimentación de piezas: I, II, III, IIII.

## 5. RESULTADOS DE LA EXPERIMENTACIÓN.

Las cuatro piezas mantuvieron su estructura sin experimentar ningún tipo de fractura por choque térmico; soportaron la temperatura alcanzada en el hogar e incluso, en palabras de José María Gil, “podrían aguantar una temperatura mucho mayor”. Por lo tanto, podemos concluir que el proceso propuesto por Bougard (2011) es plausible e incluso, con el cambio de materia prima, loess por limo, se puede seguir las mismas fases y tener un resultado similar a las piezas que encontramos en Dolni Vestonice. La posición de cada una de las piezas dentro de la cama de cenizas ha determinado el color que han adquirido. Este hecho se puede diferenciar también en las diferentes coloraciones de las piezas del yacimiento original que se encuentran entre el marrón y el negro. La

explicación de esta coloración podría estar en tal suceso, el nivel de cubrición de las piezas en la cama de cenizas.



Fig. 12. Pieza I.

La pieza I (Fig. 12) se carbonizó correctamente en toda su estructura; se encontraba en el centro del hogar y eso permitió que la atmósfera reductora hiciera su efecto y diera el matiz negro que podemos encontrar en el yacimiento de Moravia.

La pieza II (Fig. 13) es la menos carbonizada durante la segunda fase de hoguera debió tener algún influjo de oxígeno que atenuó la carbonización y solo afectó a la mitad de la pieza y no de manera completa; la mitad de la pieza tiene un tono negro-marrón oscuro mientras que la otra mitad un marrón claro.



Fig. 13. Pieza II



Fig. 14. Pieza III.

La pieza III (Fig. 14) sufrió un proceso similar a la pieza II durante el proceso de cocción pero con una mayor reducción; un tono marrón oscuro en  $\frac{3}{4}$  partes de la pieza y un tono negro en una de las esquinas.

La pieza IIII (Fig. 15) tiene un tono grisáceo oscuro general con un tono negro en una de sus esquinas; estaba cerca de la pieza I durante la cocción, lo que explica este tono más oscuro que las piezas II y III.



Fig. 15. Pieza IIII.

## **6. PROS Y CONTRAS DEL PROYECTO.**

La conclusión más importante es que el proceso de Bougard de 17 puntos se puede realizar y es suficientemente sistemático para que el grado de similitud con el yacimiento original sea muy alto. Además, las piezas pueden soportar el proceso sin que se produzca un choque térmico, algo que puede aumentar la explicación de que fuera intencionado y no algo casual por desconocimiento de la técnica. También es plausible realizar satisfactoriamente el proceso con una materia prima diferente a la original, limo en vez de loess. Incluso se podrían modelar figuras con el material limoso, aunque no se haya expuesto en este proyecto.

El problema más importante es la falta de material original para probar arqueológicamente el proceso de Bougard y los resultados de los análisis de Vandiver *et alii*. El otro gran problema sería el acabado arenoso de la pieza que no soportaría un contacto o uso continuado.

## **7. AGRADECIMIENTOS**

Queríamos agradecer, en primer lugar, al equipo de profesores de la asignatura Arqueología Experimental, Javier Baena y Felipe Cuartero por enderezar nuestro trabajo cuando no pudimos acceder a la materia original, además de la ayuda posterior durante la realización del proyecto; sin olvidarme de Guillermo Bustos, quien nos ha atendido, ayudado y aconsejado durante todo el proyecto en el Aula de Arqueología Experimental. En segundo lugar, a los profesores de Geografía Física, Juan Antonio González y Concepción Fidalgo, por su ayuda e instrucción en el conocimiento de los loess, el limo y los procesos de creación geológica de los mismos, además de recoger, junto con Aída García Millán (Compañera de la UAM), el limo de la Rambla del Júcar necesario para realizar la experimentación. Por último agradecer a Lorena Garvín el limo de Rascafría que recogió durante una excursión por la Sierra de Madrid.

## **8. BIBLIOGRAFÍA**

BARANDIARÁN, I. (2006): *Imágenes y adornos en el arte paleolítico*, Ariel Prehistoria, Barcelona.

BOUGARD, E. (2011): “Les céramiques gravettiennes de Moravie: derniers apports des recherches actuelles. The gravettian ceramic of Moravia. New analysis”, *L’anthropologie*, 115: 465-504.

COOK, J. (2013): *Ice Age art: arrival of the modern mind*, British Museum Press, London.

DELPORTE, H. (1979): *La imagen de la mujer en el Arte Prehistórico*, Ediciones Itsmo, Madrid.

FARBSTEIN, R., RADÍĆ, D., BRAJKOVIC, D., MIRACLE, P. T. (2012): “First Epigravettian Ceramic Figurines from Europe (Vela Spila, Croatia)”, *PLoS ONE*, 7 (7): 1-15.

FUCHS, M., KREUTZER, S., ROUSSEAU, D. D., ANTOINE, P., HATTÉ, C., LAGROIX, F., MOINE, O., GAUTHIER, C., SVOBODA, J. Y LISÁ, L. (2013): “The loess sequence of Dolní Vestonice, Czech Republic: A new OSL-based chronology of the Last Climatic Cycle.”, *Boreas*, 42: 664–677. 19

GAMBLE, C. (2001): *Las sociedades paleolíticas de Europa*, Ariel Prehistoria, Barcelona.

LEROI-GOURHAN, A. (1994): *Las religiones de la Prehistoria*, Editorial Laertes, Barcelona.

RIVERA, A (2004): “Paleoclimatología y cronología del Würm Reciente: un intento de síntesis”, *Zephyrus*, 57: 27-53.

SÁNCHEZ GOÑI, M. F. Y D’ERRICO, F. (2005): “La historia de la vegetación y el clima del último ciclo climático (OIS5-OIS1, 140.000-10.000 años BP) en la Península Ibérica y su posible impacto sobre los grupos paleolíticos”, *Museo de Altamira, Monografías*, nº 20, Santander, 115-129.

SCHMIDER, B. (2002): “El Gravetiense”, en GARANGER, J. (ed.) *La Prehistoria en el mundo. Nueva edición de “La Prehistoria” de André Leroi-Gourhan*, Ediciones Akal, 336-347.

SOFFER, O. (1987): “Upper Paleolithic Connubia, Refugia, and the Archaeological Record from Eastern Europe”, en SOFFER, O. (ed.), *The Pleistocene World. Regional Perspectives*. Plenum Press, New York, 333-348.

SVOBODA, J. A. (2001): “Gravettian mammoth bone deposits in Moravia”, en *The World of Elephants - International Congress*, Roma, 359-362.

SVOBODA, J. A. (2006): “The Archeological Framework”, en TRINKAUS, E. Y SVOBODA, J. A. (eds.), *Early Modern Human Evolution in Central Europe. The people of Dolni Vestonice and Pavlov*, The Dolni Vestonice Studies 12, Orford University Press, 6-9.

VANDIVER, P. B., SOFFER, O., KLIMA, B. Y SVOBODA, J. (1989): “The origins of ceramic technology at Dolni Vestonice, Czechoslovakia”, *Science*, 246: 1002-1008.

VERPOORTE, A. (2000): *Places of Art, traces of fire. A contextual approach to anthropomorphic figurines in the Pavlovian (Central Europe, 29-24 kyr BP)*, Archaeological Studies Leiden University, 8.

### **8.1 Recursos informáticos.**

- Anthroposmuseum de Brno.
- [http://www.rmm.cz/english/expozice\\_dv.html](http://www.rmm.cz/english/expozice_dv.html) (Museo Regional de Mikulov).
- <http://publikace.arub.cz/publikace/dolnovestonicke-studie> (Instituto Arqueológico de CAS, Brno).

# COCCIÓN CERÁMICA ASOCIADA A LA CULTURA “LA CHIMBA”, ECUADOR: COMPARACIÓN EXPERIMENTAL DE DOS TIPOS DE HORNO

Cooking Ceramics associated with the culture "La Chimba", Ecuador: experimental comparison of two types of kilns

Mikel Villaverde<sup>1</sup> y Tamia Viteri<sup>1</sup>

*Fecha recepción:* 31/10/2016

*Fecha aceptación:* 12/12/2016

## RESUMEN

El objetivo de la presente investigación consiste en verificar el tipo de horno usado en la cocción para la elaboración de la cerámica de la cultura denominada “La Chimba” (700 a. C.- 250 d.C.) de la Sierra Norte de Ecuador. Por lo que, en este trabajo es relevante presentar la cadena operativa de la elaboración de este tipo cerámico, mediante la aplicación de un protocolo experimental en conjunto con una perspectiva etnoarqueológica.

**Palabras clave:** Manufactura cerámica; hornos; cocción; arqueología experimental.

## ABSTRACT

The objective of the present investigation is to verify the type of kiln used in cooking for the preparation of ceramics of the culture called "La Chimba" (700 a.C.-250 D.C.) of the Northern Sierra of Ecuador. Therefore, in this work it is relevant to present the operational chain of the elaboration of this ceramic type, through the application of an experimental protocol together with an ethnoarchaeological perspective.

**Key words:** Ceramic manufacturing; kilns; cooking; experimental archaeology.

## INTRODUCCIÓN

Los análisis cerámicos son una de las prácticas más recurrentes dentro de la investigación arqueológica, en tanto que es uno de los materiales que proporciona mayor información sobre las actividades humanas en el pasado. De esta manera, se pretende verificar el tipo

---

<sup>1</sup> Pontificia Universidad Católica del Ecuador / [pmvillaverde006@gmail.com](mailto:pmvillaverde006@gmail.com) ; [tamyviteri@yahoo.com](mailto:tamyviteri@yahoo.com)

de hornos utilizados para la cocción cerámica de la cultura La Chimba, recreando localmente la manufactura y cocción de la misma. La propuesta metodológica que preside esta investigación, es la arqueología experimental en conjunto con una mirada etnoarqueológica, ya que, se contó con la colaboración de indígenas Kichwas de la Amazonía para la elaboración y quema de la cerámica.

De esta manera, primeramente se realizó una investigación sobre trabajos anteriores que hayan registrado fuentes etnoarqueológicas sobre la producción de la cerámica de Imbabura (Sjonan, 1992 y Serrano, 2014), dado que la cultura La Chimba se encuentra ubicada en esta provincia. Así, se considera que si bien las formas de manufactura por parte de los grupos indígenas de esta zona no son idénticas a las realizadas en el pasado, si constituyen un punto adecuado de partida para tomar en cuenta los materiales locales, en cuanto a fuentes de arcilla que están utilizando; los mismos que por la geografía del lugar, no difieren de las utilizadas en el pasado. Dado que, no existe registro arqueológico sobre los materiales utilizados para la elaboración cerámica de esta cultura, las fuentes etnoarqueológicas son una referencia para considerar el tipo de artefactos artesanales, que pudieron ser utilizados en el pasado.

### **Una aproximación hacia la arqueología experimental y etnoarqueología**

#### ***Arqueología experimental***

La arqueología experimental es una metodología, dentro de la cual, se pretende el entendimiento de los artefactos del pasado, por medio del trabajo actual con dichos elementos, para establecer inferencias y comparaciones con el material del pasado; siendo así, una herramienta adecuada para la constatación de una hipótesis planteada, que a través de la experimentación sistemática y rigurosa, puede ser constatada. De esta manera, la experimentación se convierte en un elemento adecuado para proporcionar interpretaciones, que en el caso de obtener un resultado positivo, corroborará la hipótesis propuesta, aunque también se pueden obtener resultados negativos (Bahn y Renfrew, 2005; Baena Preysler 1997; Coles, 1979; Reynolds, 1999; Callahan, 1999; Ferguson, 2010).

Otro concepto de vital importancia para este trabajo es el de cadena operativa, el cual fue primeramente adaptado por Leroi-Gourhan (1971) de la etnología francesa. Este

concepto, se refiere a la reconstrucción de la organización del sistema tecnológico de producción, buscando establecer como fue elaborada una pieza concreta, llegando a concluir con cierta certeza la forma de operar del artesano del pasado, (Sellet, 1993; Leblanc y Dabosi, 2004; Pelegrin et al., 1988). La cadena operativa debe ser aplicada para reconocer dicho proceso de fabricación de una herramienta dentro de un contexto específico, ya que, el modo de producción podría ser una característica propia de cada grupo cultural. La cadena operativa ha complejizado su forma de investigación, utilizando las nuevas tecnologías que permiten tener una mayor aproximación hacia las huellas de producción que permanecen en los materiales (Soressi y Geneste, 2011). En este análisis, se manifiestan tres niveles, que son: la materia prima, que se refiere al material que es usado para la fabricación de una herramienta, buscando conocer las características y el lugar de obtención del mismo; la secuencia de producción, que corresponde a los pasos generales para su elaboración; finalmente el uso y desecho de la herramienta producida (Lemonier, 1976; Sellet, 1993).

### ***Etnoarqueología***

La etnoarqueología ha sido definida de diversas maneras y para la cual se han empleado términos como arqueología viva, etnografía arqueológica o arqueología etnográfica, siendo una disciplina con gran potencial para explicar y establecer inferencias sobre el registro arqueológico, a través del estudio de sociedades actuales (Shiffer, 1978; Beck, 2008; Politis, 2004). Sin embargo, sólo con la llegada de los años 60 y el apareamiento de la Nueva Arqueología, se empieza a hablar sobre la etnoarqueología como una disciplina propia de estudio. Lewis Binford (1978) quien fue uno de los principales representantes de esta corriente, comenzó a desarrollar estudios más sistemáticos de analogía etnográfica, buscando establecer leyes generales que puedan ser aplicadas a todas las culturas pasadas (Almudena, 1995). Así también, estos estudios más los aportes metodológicos de Yellen (1977) y Gould (1978) proporcionaron modelos para sustentar la Teoría de Rango Medio.

Este presupuesto fue discutido por el apareamiento de la arqueología postprocesual en la década de los 80, con la crítica por parte de Ian Hodder (1988), quien mencionaba que estos estudios debían enfocarse en una situación contextual sobre la producción de la cultura material. Así, “la etnoarqueología debería estudiar cada cultura desde «el interior», para comprender las pautas culturales de cada caso (..)” (Ibid.: 142).

Desde esta perspectiva, surgen nuevos enfoques como la propuesta por Politis (2002), quien manifiesta que la etnoarqueología consistiría en una sub-disciplina de estudio de la arqueología y de la antropología sociocultural, como un mecanismo para obtener información de forma sistemática sobre la dimensión tanto material, como de la conducta humana. En este sentido, se cree que es pertinente esta definición en tanto que, no se considera a la etnoarqueología como analogía etnográfica, sino como un referente que permita establecer ciertas pautas de comparación entre el pasado y presente dentro de un contexto específico.

### **Cultura La Chimba**

El sitio La Chimba se considera el más temprano en la región de los Andes Septentrionales, al norte de la provincia de Pichincha, datado en el 700 a.C. – 250 a.C. Este sitio fue hallado por Athens (1974) cerca de Otavalo y Cayambe. En la cerámica encontrada en este sitio, nombrado como La Chimba (Pi-1) se distingue cinco tipos de decoración: incisión, puntuación, trabajo de aplicación, pulimento y pintura (Ibid.:55). Así, la cultura La Chimba de acuerdo a su clasificación cerámica, se distingue en tres periodos: Temprano, Medio y Tardío, estando asociada a otros sitios como Malchinguí (Meyers, 1975), Tababuela (Berenguer y Echeverría, 1988), Socapamba (Athens, 1980) y Cotocollao (Villalba, 1988). De esta manera, Ontaneda (2010) propone que tanto los estilos hallados en Cotocollao por Villalba (1988) y en La Chimba, correspondería a una influencia por parte de los habitantes de Cotocollao, quienes habrían establecido este estilo cerámico, siendo el sitio La Chimba, una colonia de Cotocollao. No obstante, el sitio La Chimba, al estar ubicado en una boca del volcán Cayambe, resulta en un puesto estratégico para el intercambio. En este sentido, Serrano (2013) considera que si bien La Chimba no resulta ser en sí, una colonia de Cotocollao, si pudo ser una ubicación estratégica de intercambio basado en las evidencias de la cerámica cosanga reportado por Athens (1980, 2003) en este sitio.

Dentro de las investigaciones realizadas sobre el sitio La Chimba, existen escasas referencias sobre hornos que pudieran ser utilizados para la fabricación de elementos cerámicos, los únicos autores que hacen alguna referencia a la presencia de posibles hornos son Villalba (1988) y Dyr Dahl, et al. (en prensa). Villalba (1988) documenta fogones que eran realizados en pozos, los cuales tenían un diámetro de entre 50 y 70 cm

y una profundidad de 60 a 120 cm, sobre una superficie de cangahua<sup>2</sup>. Dyr Dahl et al. (en prensa), en el sitio Las Orquídeas, perteneciente al Periodo Formativo Tardío de La Chimba (800-400 cal a.C.), encontró dos estructuras con actividades piro-tecnológicas, las cuales responden a un fogón y a un posible horno de estilo pozo. Este segundo elemento, se muestra como una cavidad realizada en la superficie de cangahua, la cual presenta una base casi plana y un diámetro de 160 a 170 cm, con una profundidad de 20 a 40 cm. Dentro del pozo se encontró una concentración de ramas de madera quemadas en la base de la cavidad; evidencia con la cual se interpreta que éste fue un posible horno de estilo pozo, posiblemente usado para la cocción cerámica (Ibid.).

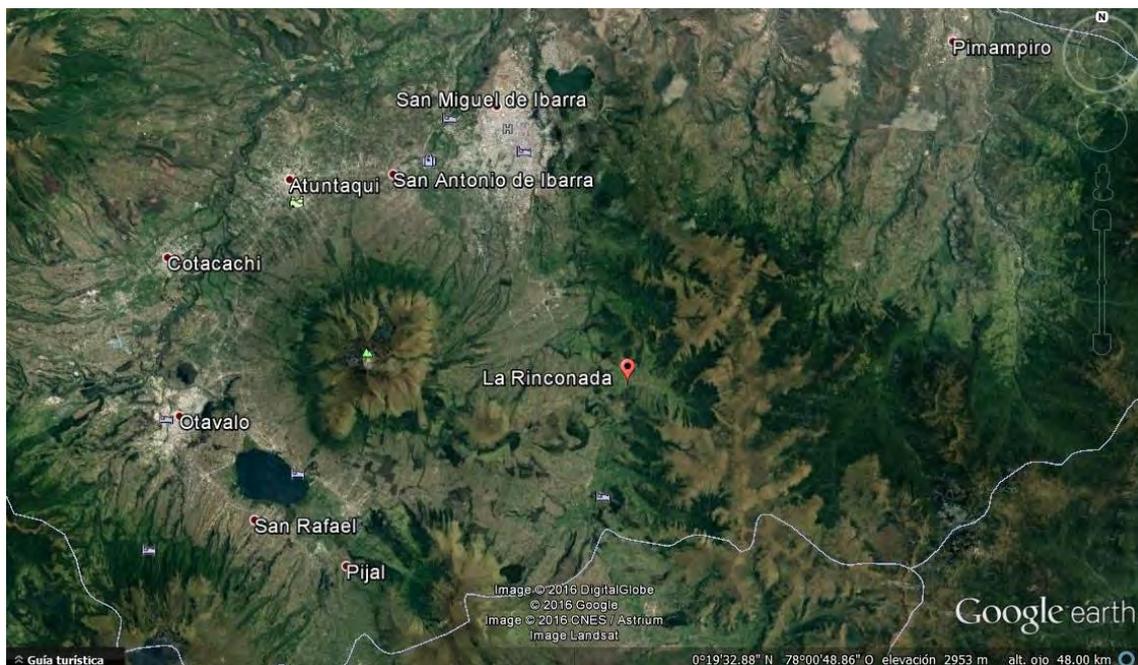


Figura 1. Ubicación de la Rinconada, provincia de Imbabura-Ecuador.

### **Elaboración de la cerámica: Aproximación a la cadena operativa**

En este estudio, se consideró pertinente la comparación del material arqueológico obtenido en la excavación del sitio Las Orquídeas, investigado por Dyr Dahl y Montalvo desde el 2012, con el material producido en esta investigación. La fuente de arcilla y el proceso de producción, fue tomado del estudio etnoarqueológico registrado por Serrano en el 2014, en el cual se presenta la producción alfarera de la comunidad de La Rinconada, en la provincia de Imbabura. La comparación con la Rinconada es pertinente, ya que, ésta

---

<sup>2</sup> La cangahua consiste en una roca sedimentaria de origen volcánico, que presenta un alto grado de endurecimiento. Este suelo volcánico endurecido, se forma “por el depósito, la removilización, la meteorización y el endurecimiento de materiales piroclásticos lanzados por erupciones a lo largo del arco volcánico” (Vera y López, 1986; Clapperton, 1993 en Hall y Mothes, 1997:20).

es una de las últimas comunidades que tiene una producción artesanal de elementos cerámicos (Serrano, 2014), además de ser la fuentes más próxima al sitio arqueológico Las Orquídeas. (Ver mapa 1. Ubicación de la Rinconada, provincia de Imbabura-Ecuador).

#### *Aprovisionamiento de la materia prima*

La a fuente de arcilla ubicada en la comunidad de la Rinconada, al sur este de la ciudad de Ibarra, se encuentra en un pequeño valle que se presenta como un paso natural al Oriente.

El sitio de extracción se compone de un gran hoyo, de una profundidad mayor a tres metros. (Ver Figura 2. Fuente de arcilla en la Rinconada, visión externa).



Figura 2. Fuente de arcilla en la Rinconada, visión externa

#### *Materiales para la elaboración de cerámica*

Los materiales para la manufactura de la cerámica consiste en: una tabla de madera o superficie de piedra, una espátula orgánica (mate), hojas de maíz secas, piedras lisas de río, una lasca de obsidiana y un percutor (de andesita en este caso, aunque puede ser de cualquier tipo de roca). Estos materiales son utilizados actualmente por las alfareras indígenas de la Amazonía, a excepción de la lasca de obsidiana, que se la ha introducido como parte del trabajo experimental para la decoración cerámica, aunque este factor, no

es profundizado en esta investigación. (Ver Figura 3. Herramientas utilizadas en la elaboración cerámica).



Figura 3. Herramientas utilizadas en la elaboración cerámica

#### *Elaboración de la cerámica:*

Una vez obtenida la materia prima, primeramente se procedió a la preparación de la pasta de arcilla, la cual requiere de un gran tratamiento antes de estar lista para empezar a realizar las formas. La razón por la cual se requiere de un elaborado tratamiento de la arcilla, se debe a que este material metamórfico contiene bastantes inclusiones e impurezas, que deben ser decantadas para obtener una mayor plasticidad de la pasta y un rendimiento óptimo de la misma.

Primeramente, se procedió a esparcir este material sobre un plástico para poder golpearlo con la ayuda de una piedra de moler y también pisotearlo para obtener una arcilla más fina. Este procedimiento se lo realizó por media hora, tiempo en el que se alcanzó a obtener un grano fino de arcilla.

Después de esta actividad, se prosiguió con cernir el material, mediante el uso de dos zarandas o cribas, con el fin de ir descartando impurezas que no se lograron disolver en el proceso de golpe y pisoteo. Una vez concluido este proceso y como último paso para depurar la arcilla, se la decantó mediante la técnica de flotación, que es empleada por las alfareras de la Rinconada (Serrano, 2014). Así, se colocó la arcilla cribada en un recipiente con agua por una hora, para lograr que la arcilla se separe de las arenas aún

persistentes en la pasta. Con este paso, también se logra quitar el exceso de desgrasantes, igualmente para obtener mayor plasticidad. (Ver Figura 4. Proceso de tratamiento de la arcilla).



Figura 4. Proceso de tratamiento de la arcilla

Después de un día de secado y con la arcilla húmeda pero apta para el trabajo, se procedió a realizar el amasado de la arcilla, el cual es el paso más laborioso; ya que en éste, se define la calidad de la arcilla con la que se va a trabajar las formas. Esta actividad tomó tres horas y media, hasta obtener la pasta deseada. Es importante mencionar, que para el amasado, se colocó la arcilla en una funda plástica para mayor facilidad, instrumento que también utilizan en la Rinconada. Si bien, el material plástico es actual, en el pasado, éste pudo ser remplazado con otras técnicas de amasado. No obstante, este paso se considera fundamental para la obtención de la pasta adecuada, por lo que necesariamente se debió realizar este procedimiento en el pasado.

Una vez finalizada esta actividad, se procedió a realizar las formas cerámicas. En la manufactura no se necesitó la presencia de desgrasantes, dado que la arcilla misma ya presenta esta cualidad, que resulta suficiente para un adecuado manejo de su elaboración. Igualmente Serrano (2014) en la Rinconada, menciona que las alfareras no siempre utilizan desgrasantes y que éstos son necesarios únicamente cuando se ha logrado

demasiada plasticidad, en cuyo caso se utilizan arcillas negras tipo arenosas que se encuentran en las inmediaciones de la comunidad.

En este proceso, se contó con la ayuda de Sirla Santi, indígena kichwa de la Amazonía, dado que utiliza la técnica del acordelado, una de las tres formas de elaboración registrada en La Rinconada. Así, se procedió a realizar las formas cerámicas, que consistieron en platos simples, siguiendo las formas de Athens (1974). Primero se forma una base circular de arcilla, dependiendo del diámetro que se desea alcanzar, para luego realizar tiras, en forma de cordeles, que se irán uniendo a la base de arcilla y dando la forma de la vasija manualmente. Se continúa uniendo los cordeles hasta alcanzar la altura deseada del plato, para este caso no fue necesario más de tres cordeles con un grosor de un 1,5 cm. Todas estas actividades fueron realizadas sobre una superficie de madera, ya que así, se evita que la arcilla se pegue a la superficie. En el caso de la Rinconada, Serrano (2014) registra que utilizan una superficie plana de piedra, a la cual tienen que adherir arena para que no se quede pegada la arcilla a este material.

## ELABORACIÓN DE LAS FORMAS CERÁMICAS



MANUFACTURA DE LA BASE Y CORDELES



UNIÓN DE CORDELES PARA DAR FORMA A LA VASIJA



PERFECCIONAMIENTO DE SUPERFICIE CON EL USO DEL "PILCHE"



PERFECCIONAMIENTOS FINALES DE SUPERFICIE CON EL USO DE LA HOJA DEL MAÍZ

Figura 5. Elaboración de las formas cerámicas

Una vez unidos todos los cordeles, se procede a igualar las irregularidades de las uniones de éstos, así como, a dar un acabado prolijo de la vasija, para que su superficie quede completamente lisa y sin imperfecciones. Para este trabajo, es necesario la ayuda pedazos pequeños de hoja de choclo seca, que sirven como lija para quitar todas las

irregularidades de la pasta. También, se requiere de pedazos de mate, llamados en kichwa “pilches”, los cuales sirven como cuchillo o espátula, para ir retirando el exceso de arcilla, que se produce al momento de moldear el plato e igualar los bordes. Así mismo, este material sirve para ir definiendo mejor la forma del plato, en cuanto que también se utiliza la técnica del golpeado con este artefacto. Para el caso de la Rinconada, en vez de las hojas de choclo, las artesanas utilizan tela y un cuchillo para retirar los excesos. Dado que estos instrumentos resultan modernos, preferimos optar por los artefactos usados por los kichwa amazónicos, que son más próximos a ambientes naturales del pasado. (Ver Figura 5. Elaboración de las formas cerámicas).



Figura 6. Formas cerámicas pre cocción

Este procedimiento tomó aproximadamente cinco horas en dejar listas los cinco platos. A continuación se muestran las piezas terminadas: (Ver Figura 6. Formas cerámicas pre cocción)



Figura 7. Piezas bruñidas

Una vez finalizado este procedimiento, es necesario dejar que se seque un poco la arcilla a la sombra, dado que si se expone la pieza directamente al sol o al calor, éste deforma la figura de la vasija. La exposición a la sombra debe de ser máximo un día, para que la arcilla no esté completamente seca y se pueda proceder al bruñido de la pieza. Es importante que la arcilla no esté completamente húmeda como al momento de la manufactura, ni completamente seca, ya que, una vez libre la arcilla de toda humedad, no se puede realizar el bruñido. Para este paso, se utilizan piedras de río que sean lo más lisas posibles y con éstos se pule directamente la arcilla, hasta alcanzar el brillo deseado. Una vez obtenido el bruñido, se debe dejar secar aproximadamente entre 3 y 5 días para realizar la quema de las piezas. (Ver Figura 7. Piezas bruñidas).

Después del bruñido y una vez secas las vasijas, se pasa a la cocción. Aquí se elaboraron dos tipos diferentes de ambientes de cocción, por un lado, los denominados hornos de cielo abierto, y por otro, los hornos realizados en hoyos en la tierra.

*Cocción en horno a cielo abierto:* Para la realización de este horno, se necesita encender una fogata al aire libre, delimitada con rocas para controlar el fuego. Es necesario también colocar la cerámica en las proximidades de la fogata, para que se vaya secando por si sigue húmeda y se la debe ir girando, para que logre secarse en todos sus lados. Con ello, se evita que explote al momento de colocarla en el interior del horno. En este proceso de último secado, la cerámica puede adquirir ciertos tonos negruzcos, producidos por el humo de la fogata. Así, se debe esperar a que toda la fogata sea consumida y solo queden brasas encendidas.

Una vez consumida la madera, se procede a colocar la cerámica en las brasas calientes y a cubrirlas en su totalidad con corteza de árbol y algunas ramas delgadas. El horno procederá a encenderse nuevamente y se deja consumir la fogata en su totalidad.

Se debe dejar la cerámica dentro de la ceniza aún caliente hasta que esta naturalmente se vaya enfriando, ya que el cambio brusco de temperatura puede generar su fragmentación. El proceso de quema se llevó a cabo en un tiempo aproximado de 1 hora, mientras que la espera de enfriamiento de las cenizas demora alrededor de 3 horas. (Ver Figura 8. Cocción de la cerámica en horno tipo cielo abierto).

## COCCIÓN DE LA CERÁMICA EN HORNO TIPO CIELO ABIERTO



SECADO EN LAS CERCANÍAS DEL FUEGO



COLOCACIÓN EN LAS BRASAS CALIENTES Y CUBRIMIENTO CON CORTEZAS Y RAMAS



QUEMA



RESTOS DE LA QUEMA, CON LA CERÁMICA AÚN EN SU INTERIOR

Figura 8. Cocción de la cerámica en horno tipo cielo abierto

## COCCIÓN DE LA CERÁMICA EN HORNO TIPO HOYO



SECADO EN LAS CERCANÍAS DEL FUEGO



COLOCACIÓN EN LAS BRASAS CALIENTES Y CUBRIMIENTO CON CORTEZAS Y RAMAS



QUEMA



RESTOS DE LA QUEMA, CON LA CERÁMICA AÚN EN SU INTERIOR

Figura 9. Cocción de la cerámica en horno tipo hoyo

*Horno de tipo hoyo:* Para este horno, se excavó un hueco con un diámetro de 50 cm aproximados y una profundidad de igual medida. Esto se realizó en base a los trabajos

de Villalba (1988) y Dyrdaahl, et al. (en prensa), obteniendo una media entre las medidas presentadas por los autores. Al igual que en el caso del horno anterior, se debe primero encender una fogata, en este caso será dentro del hoyo, y se colocara la cerámica en sus cercanías para el secado de la misma.

Cuando se consume toda la madera se procede a colocar la cerámica sobre las brasas aun calientes, se debe cubrir la cerámica con corteza de árbol y ramas finas, hasta que el hoyo se encuentre lleno de las mismas. Al igual que en el caso anterior se debe esperar a que se consuman todas las ramas y las cortezas, y esperar a que las brasas se enfríen para extraer la cerámica. Este proceso de quema duró aproximadamente una hora y treinta minutos, además el proceso de enfriamiento de las brasas duró unas cuatro horas aproximadamente. (Ver Figura 9. Cocción de la cerámica en horno tipo hoyo).

Finalmente y a modo de conclusión d este apartado, presentamos la posible cadena operativa de la elaboración cerámica.

1. Obtención de la materia prima
2. Preparación de la pasta
  - a. Trituración de la arcilla
  - b. Cernimiento
  - c. Decantación de las impurezas
  - d. Amasado
3. Manufactura de las formas cerámicas
4. Cocción de los cuerpos cerámicos

(Ver Figura 10. Cerámica pos cocción en horno de tipo cielo abierto)

(Ver Figura 11. Cerámica pos cocción en horno de tipo hoyo).



Figura 10. Cerámica pos cocción en horno de tipo cielo abierto

## CERÁMICA POS COCCIÓN DE HORNO TIPO HOYO



Figura 11. Cerámica pos cocción en horno de tipo hoyo

### *Análisis de la cocción*

Este apartado es el eje central de esta investigación, ya que será donde se realizará el análisis comparativo de la cocción en dos tipos de hornos.

Los hornos a cielo abierto se caracterizan por presentar un rápido aumento de la temperatura, que genera una corta duración de cocción y que solo permite un número limitado de piezas cerámicas (Eiroa et al, 2007), en su mayoría los cuerpos cerámicos que son sometidos a este tipo de horno presentan una oxidación incompleta debido a la poca temperatura alcanzada y la brevedad del proceso (Ibid). Esto se demuestra en nuestros experimentos por la corta duración del proceso de quemado. En la cocción del horno a cielo abierto, las formas cerámicas después de la quema presentaron un color 2.5Y 7/3 (Pale Brown) según la tabla Munsell. Además presenta una serie de manchas negras que son denominadas como “nubes de cocción”, las cuales se producen siempre en las quemas de cerámica a cielo abierto sin protección de los cuerpos (Eiroa et al, 2007). Es necesario aclarar que estas coloraciones oscuras son formadas por la caída directa de la ceniza sobre el artefacto y por lo tanto, mancha únicamente en los lugares que han sido impactados por la ceniza.

Para la verificación de la cocción fue necesaria la fracturación de los cuerpos cerámicos, para obtener una apreciación de la cocción en la parte interna de la pieza. Las piezas expuestas a este tipo de horno mostraron una coloración interna de Gley1 3/N (Very Dark Grey). Las inclusiones también son un factor de importancia, ya que, como menciona Rice (2005), pueden alterar su tamaño y características físicas por el proceso de cocción. Así, según la observación macroscópica de las piezas, se presenta un porcentaje de inclusiones del 5% con un tamaño de 0,5 a 1,0 mm, según la tabla de Matthew et al (1991).

Por otro lado, las piezas que fueron expuestas a una cocción en hornos de estilo hoyo, presentan un color de pasta de 10 YR 7/3 (Very Pale Brown). Además, presenta las manchas producidas por las “nubes de cocción” de color Gley1 2,5/N (Black). Debe mencionarse que uno de los platos presentó una coloración inusual, ya que, fue extraída totalmente de una coloración negra, de la misma tonalidad de las manchas que presenta el otro plato. Las piezas expuestas en este tipo de horno de estilo hueco mostraron una coloración interna de Gley1 3/N (Very dark grey). Respecto a la granulometría de la pieza, se muestra exactamente igual a las que fueron cocinadas en el otro tipo de horno. Si se realiza una comparación directa entre los resultados obtenidos de la quema en estos dos tipos de horno, se logrará evidenciar que las diferencias son mínimas, ya que, la coloración tanto interna como externa, es casi la misma, con una pequeña variación de tonalidad. Esto expresaría que la cocción tanto en el horno de tipo de cielo abierto y de hueco no alcanzaron una temperatura muy elevada, además que el proceso tuvo una corta duración. Es relevante mencionar que el plato particular de coloración negra es un resultado aislado, ya que, éste al encontrarse más profundo en el hueco, cambió toda su coloración por la ceniza que se depositó en su base y superficie.

Dentro de un análisis más detallado de la cocción, se puede alegar que los hornos presentaron un tipo de fuego reductor, que se produce por la poca oxigenación durante el cocido de la pieza como resultado de que el combustible no se quema completamente; liberando así, al ambiente monóxido de carbono libre que resta oxígeno de los óxidos metálicos de la arcilla, otorgando como resultado coloraciones negras (Shepard, 1980).

### ***Comparación con el material arqueológico***

Para este análisis se escogieron cuatro fragmentos cerámicos que presentaron alguna similitud con las piezas elaboradas en nuestros experimentos. En la muestra analizada se encontraron dos tipos diferentes de cocción, el primero que presenta una coloración de pasta de 7,5YR 5/3 (Brown). En la zona interior, se observa una coloración de Gley1 3/N (Very Dark Grey). En el aspecto granulométrico presentó un porcentaje del 10 con un tamaño de 0,5 a 1,0 mm, según la tabla de Matthew et al (1991).

El segundo tipo establecido en el análisis, presenta una coloración de pasta de 5YR 5/4 (Reddish Brown). La coloración en la parte interna, en cambio muestra dos tonalidades, la primera, que se encuentra en los bordes y es la misma que de la pasta, y la segunda, que corresponde a su zona interna y presenta una coloración Gley1 3/N (Very Dark Grey). En el aspecto granulométrico presentó un porcentaje del 10 con un tamaño de 0,5 a 1,0 mm, según la tabla de Matthew et al (1991). (Ver Figura 12. Comparación de la cocción de la cerámica experimental y arqueológica).



Figura 12. Comparación de la cocción de la cerámica experimental y arqueológica

Estas diferencias entre grupo cerámicos pueden dar cuenta de distintos tipos de cocción, que pudieron haber sido empleados por diferentes hornos, que permitieron en el

caso del segundo tipo, el logro de una mejor cocción, al alcanzarse un mayor grado de oxidación. En cuanto a coloración de pastas, existe una diferencia notable, que puede deberse al empleo de diferentes grados de cocción, o incluso la aplicación de diferentes técnicas. La coloración café rojiza y café son resultado de una mayor elevación de la temperatura de cocción, mientras que, los colores beige son obtenidos de una cocción incompleta (Shepard, 1980).

Creemos que esta diferencia de temperaturas pudo ser alcanzada por el uso de espacios cerrados de cocción, como por ejemplo la utilización de sellantes naturales como ceniza fría, o como se evidencio en el caso de la Rinconada por una cubierta de paja seca (Serrano, 2014); incluso podría darse el caso de la utilización de otros restos cerámicos ya fracturados para proteger las piezas. Nuestras informantes nos supieron notificar que para obtener coloraciones naranjas los indígenas de la Amazonía emplean un recipiente cerámico de gran tamaño con un hueco tanto en la parte de la boca de la vasija, así como en su base, y en el interior de esta se coloca la cerámica para ser cocida con un sellante de ceniza.

Otro aspecto importante que se logró observar, es que la cerámica de la Chimba no presenta las nubes de cocción, por lo que inferimos que la cerámica debió tener un aislante, que la protegía del contacto directo con el combustible; factor que no fue realizado en nuestros experimentos. La granulometría de las piezas prehispánicas y las nuestras, presentan una ligera variación en el porcentaje de inclusiones, (5% en cerámica experimental, 10 % en la Chimba), que puede ser producto de la utilización de desgrasantes o de una depuración no tan estricta de la arcilla.

También, al evidenciar y documentar las herramientas utilizadas por grupos indígenas modernos, dichos artefactos pueden constituir un referente para futuras investigaciones que pretendan profundizar en las herramientas utilizadas para la elaboración de esta cerámica.

## **CONCLUSIONES**

Mediante la realización de este trabajo se ha logrado evidenciar que las diferencias de cocción entre un horno de cielo abierto y uno de estilo hueco son casi mínimas, por lo que resultaría difícil el establecer el uso de uno de estos dos para la elaboración de un corpus cerámico. La mayor diferencia entre la cocción de la cerámica de La Chimba y la obtenida mediante la experimentación, estaría dada por la temperatura alcanzada. En el

material arqueológico de la Chimba, se logró constatar que la temperatura usada para su elaboración fue mayor a la conseguida en estos hornos de fabricación simple; ya que, las pastas presentan una coloración café-rojiza, mientras que las otras, son de color beige, que como lo menciona (Shepard 1980), dan cuenta de una cocción incompleta y menor temperatura. De esta manera, es posible pensar que para el caso de la cocción de la cerámica arqueológica, existieron hornos de mayor elaboración o la utilización de sellantes y aislantes asociados a los hornos aquí expuestos.

## **BIBLIOGRAFÍA**

ALMUDENA, H. (1995): “La Etnoarqueología, Hoy: Una vía eficaz de aproximación al pasado”. *Trabajos de prehistoria*, 52(2): 15-30.

ATHENS, J. Y OSBORN, A. J. (1974): *Investigaciones arqueológicas en la sierra norte del Ecuador: dos estudios preliminares*, Instituto Otavaleño de Antropología, Otavalo.

ATHENS, S. (1980): *El proceso evolutivo en las sociedades complejas: y la ocupación del periodo Tardio-Cara en los Andes septentrionales del Ecuador*, Instituto Otavaleño de Cultura, Otavalo.

BAENA PREYSLER, J. (1997): “Arqueología Experimental algo más que un juego”. *Boletín de Arqueología Experimental*, 1: 3-5.

BECK, M. E., (2008): “Ethnoarchaeology”. En D. M. PEARSALL (Ed.), *Encyclopedia of archaeology* (1157 – 1167), Elsevier/Academic Press, San Diego.

BERENGUER, R.J. Y ECHEVERRÍA, J. (1988): “Ocupaciones del Periodo Formativo en la Sierra Norte del Ecuador: Un Comentario a Myers y Athens”. *Sarance*, 12: 65–108.

BINFORD, L. (1978): *Nunamiut Ethnoarchaeology*, Academic Press.

CALLAHAN, E. (1999): *“What is Experimental Archaeology?” Primitive Technology: A Book of Earth Skills*, Gibbs–Smith Publisher, Utah.

COLES, J.M. (1979): *Experimental Archaeology*, Academic Press, Londres.

DYRDAHL, E. Y MONTALVO, C. (en prensa): “Una historia complicada: ceniza volcánica y su uso en el periodo formativo tardío en la Sierra Norte del Ecuador a través

del caso del sitio “Los Soles” (sector Las Orquídeas)”. En UGALDE, M.F. (Ed.), *Volcanes, cenizas y ocupaciones antiguas en perspectiva geoarqueológica en América Latina*, PUCE, Quito.

FERGUSON, J.E. (Ed.), (2010): *Designing experimental research in archaeology: examining technology through production and use*, University Press of Colorado, Boulder.

GOULD, R.A., (1978): *Explorations in ethnoarchaeology*, University of México Press.

HALL, M. Y MOTHESS, P., (1997): “El origen y la edad de la cangahua superior del valle de Tumbraco (Ecuador)”. En ZEBROZUSKI, C. QUANTIN, P. Y TRUJILLO, G. (Eds.) *Suelos volcánicos endurecidos. III Simposio Internacional (Quito, diciembre de 1996)*, (19-28), Impresora Polar, Quito.

HODDER, I., (1988): *Interpretación en arqueología: corrientes actuales*, Crítica, Barcelona.

LEBLANC, J. Y DABOSI, F. (2004): “Restitution de la chaîne opératoire ancienne de forgeage manuel du fer sur la base d’une étude morphométrique et minéralogique des oxides de fer”. *EDP Sciences, Matériaux & Techniques*: 92:5-6. doi 10.1051/mattech:2004023.

LEMONIER, P. (1976): “L’étude des systèmes techniques, une urgence en technologie culturelle”. *Techniques et cultures*, 1: 100-151.

LEROI-GOURHAN, A., (1971): *El gesto y la palabra*, Publicaciones de la Universidad Central de Venezuela, Caracas.

ORTON, C., TYERS, P. Y VINCE, A., (1991): *La cerámica en Arqueología*, Crítica, Barcelona.

MEYERS, A., OBEREM, U. Y WUSTER, W., (1975): Dos pozos funerarios con cámara lateral en Malchingui (Provincia de Pichincha), En: *Estudios sobre Arqueología del Ecuador*, 113-139. Seminar fur Volkerkunde de Universitat Bohn.

ONTANEDA, S., (2010): *Historia de los Pueblos precolombinos de la Sierra Norte del Ecuador*. Quito: Banco Central del Ecuador.

PELEGRIN, J., KARLIN, C. Y BODU, P. (1988): "Chaînes opératoires: un outil pour le préhistorien". *Techniques*, 25.

PERETTI, R. D. (Eds.), *Teoría arqueológica en América del Sur* (Vol. 3), INCUAPA-UNICEN, Olavarría.

POLITIS, G. (2004): "Tendencias de Etnoarqueología en América Latina". En POLITIS, G. y RENFREW, C. Y BAHN, P., (2005): *Archaeology: The Key Concepts*, Routledge, Londres y Nueva York.

REYNOLDS, P.J. (1999): The nature of experiment in Archaeology. En A.F. HARDING (Ed.), *Experiment and Design in Archaeology*, 156-162, Oxford Books.

SELLET, F. (1993): "Chaîne Opératoire; The Concept and Its Applications". *Lithic Technology*, 18: 106-112.

SERRANO, S. (2014): *Estudio arqueológico y antropológico de técnicas ancestrales, Imbabura, Ecuador*, Informe entregado al Instituto Nacional de Patrimonio Cultural, Quito.

SHIFFER, M. (1978): "Methodological Issues in Ethnoarchaeology". En GOULD, R. (Ed.), *Explorations in ethnoarchaeology*, 229-247, Universidad de Nuevo México Press, Albuquerque.

SJONAN, L. (1992): *Vasijas de Barro, la cerámica popular en el Ecuador*, CIDAP, Cuenca.

SHEPARD, A., (1980): *Ceramics for the Archaeologist*, Carnegie Institution of Washington, Washington, D. C.

SORESSI, M., & GENESTE, J. M. (2011): "The history and efficacy of the chaîne opératoire approach to lithic analysis: studying techniques to reveal past societies in an evolutionary perspective". *PaleoAnthropology*, 334-350.

VILLALBA, M. (1988): *Cotocollao: Una aldea formativa del valle de Quito*, Banco Central del Ecuador, Quito.

YELLEN, J. (1977): *Archaeological approaches to present: models for reconstructing the past*, Academic Press, Nueva York.

# UNA PROPUESTA DIDÁCTICA: EL TRATAMIENTO DE PIELES. ÚTILES, ELABORACIÓN Y DIFUSIÓN

A didactical proposal: The leather processing. Tools, elaboration and divulgation

Guillermo Villanueva Alonso-Bernaola<sup>1</sup>; Miguel Esteban Payno<sup>1</sup>; Laura Fernández López<sup>1</sup>

*Fecha recepción:* 30/09/2015

*Fecha aceptación:* 18/04/2016

## RESUMEN

El presente trabajo pretende ofrecer una propuesta didáctica que posibilite la difusión del conocimiento científico-histórico que tenemos sobre la Prehistoria de una forma adecuada al público al que va dirigido, utilizando para ello la manufactura del cuero como eje vertebrador.

**Palabras clave:** Divulgación; didáctica; Prehistoria; curtido de pieles; cuero.

## ABSTRACT

This research pretends to offer a didactical proposal to enable the divulgation of our current scientific-historical knowledge about Prehistory. Our overriding objective will be to adapt that knowledge to the public that is going to receive it, using for that leather processing as key backbone.

**Key words:** Divulgation; didactics; teaching; Prehistory; tanning; leather.

## INTRODUCCIÓN

Las Humanidades, por su carácter –el cual no ha lugar definir ahora–, han de aspirar a la universalidad del conocimiento pues se diferencian en gran medida de otras ramas del saber en que su aspiración no es tanto alcanzar innovaciones o éxitos técnicos aplicables como lograr el enriquecimiento personal de los individuos y la comunidad. Así ha de ser objetivo fundamental de toda disciplina humanística, por más o menos que esté

---

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Madrid / [guivillanueva@correo.ugr.es](mailto:guivillanueva@correo.ugr.es) / [miguel.esteban@uib.es](mailto:miguel.esteban@uib.es) / [laura.lopez02@estudiante.uam.es](mailto:laura.lopez02@estudiante.uam.es)

vinculada al conocimiento científico, el lograr comunicar sus saberes y difundir sus conocimientos al gran público. Entendemos por ello que la investigación en cualquier ámbito no es útil, ni siquiera válido, si no viene acompañada de su consecutiva voluntad didáctica.

Atendiendo a la naturaleza de la asignatura a la que va destinado este trabajo, hemos optado por no enfocar el presente de una manera meramente teórica, sino que, al contrario, hemos recurrido a la realización práctica de la mayoría de elementos auxiliares que habrán de ser utilizados en el proyecto didáctico, entendiendo que la Arqueología Experimental como disciplina permite alcanzar un verdadero conocimiento empírico de primera mano. Pues, ciertamente, la aproximación personal práctica a la actividad que pretendemos explicar nos otorga una perspectiva sin duda interesante a la hora de conocer los retos y las dificultades que tal actividad entrañaba. Ciertamente no hemos orientado el trabajo con un enfoque científico experimental, es decir, no nos hemos propuesto poner solución algún enigma o misterio o revelar algún dato novedoso para la disciplina arqueológica; pero la aproximación práctica ha logrado dos éxitos clave: por un lado, el arriba citado, tener un conocimiento empírico directo de la actividad, no limitándonos a repetir aquello que se ha leído; segundo, obtener un material realista y científicamente válido como soporte y apoyo a la exposición didáctica<sup>2</sup>.

Además la propia puesta en práctica del taller en una clase de Historia de 1º de E.S.O. en un instituto madrileño nos ha permitido extraer conclusiones acerca de la validez del proyecto, sus puntos débiles y su nivel de éxito. Para este proyecto hemos escogido como elemento central el trabajo de la piel animal, en tanto que entendemos que puede ser un buen eje axial a partir del cual construir un discurso sencillo pero a la vez completo que dé una imagen realista de la Prehistoria. Nos permitirá por lo tanto bosquejar los diferentes aspectos de la vida cotidiana del mundo prehistórico, tales como la caza, la talla lítica, el trabajo de la piel, etc.

---

<sup>2</sup> En este sentido cumpliríamos con los dos primeros niveles (el inferior y el medio) de los tres en los que J. Baena clasifica los modelos experimentales en función de la finalidad que se persigue. El primero, enfocado al aspecto visual de la pieza, con finalidad educativo-didáctica; el segundo, no sólo centrado en el resultado final sino en los procesos técnicos de obtención. En: BAENA, J. (1998): *Tecnología Lítica Experimental. Introducción a la talla de utillaje prehistórico*. Pág 196

## **PROYECTO DIDÁCTICO DE DIVULGACIÓN: PÚBLICO Y METODOLOGÍA**

En el marco de este trabajo hemos diseñado como proyecto didáctico un taller orientado a un público escolar de Educación Secundario (E.S.O.), de Primer Ciclo (1º y 2º), entendiendo que es éste un momento adecuado en el que ya han recibido una aproximación básica de mano del sistema educativo lo suficiente como para poder aprehender y seguir el curso de la exposición. El taller consistiría de este modo en una charla que combine elementos teóricos y prácticos de una forma sincrónicamente amena –un discurso excesivamente denso dificultaría la captación y mantenimiento de atención del alumnado– y llamativa.

Así la exposición se organizaría en torno a las distintas fases que componen el trabajo de la piel desde su origen como materia prima hasta sus usos finales. Siendo éste el eje axial, ser articularía un discurso adecuado a la comprensión del público, huyendo de excesivos tecnicismos poco operativos para nuestro objetivo y prefiriendo la sencillez y la síntesis al bombardeo masivo –y poco fructífero– de datos.

La duración del taller, en principio, se prolongaría en torno a los 60-90 minutos; prefiriendo no exceder el marco de tiempo de una clase habitual. Sin embargo, ésta se extendería adecuada a las circunstancias materiales que posibilitaren o impidieren la realización de ciertas actividades dentro del taller, así como el uso de los distintos materiales de apoyo (*vid infra*). Mediante la combinación, además, de diversos elementos y recursos de naturaleza variada buscamos dar dinamismo a la sesión, de tal suerte que la atención de nuestro público tienda a mantenerse en una constante alta<sup>3</sup>.

## **RECURSOS DIDÁCTICOS DE APOYO**

Entre los recursos de apoyo empleados en el taller podemos distinguir dos categorías principales: soporte digital y elementos tangibles.

El primer grupo está compuesto por una serie de fotografías y vídeos destinados a ser proyectados como complemento de aquellas partes de la exposición que, por cuestiones evidentes, no pueden ser reproducidas dentro de un aula.

---

<sup>3</sup> Siendo conscientes de las dificultades intrínsecas e inherentes al respecto cuando se trata de un público de estas características

Las fotografías recogen diversas partes de los procesos que nosotros mismos hemos llevado a cabo para realizar y obtener los elementos tangibles (*vid. infra*): talla lítica, extracción de la piel, diversas partes de su procesado, etc. Adjuntas en ANEXO I.

Los vídeos corresponden a fragmentos de diversos documentales –disponibles en Internet–, cuya validez científica estimamos más que suficientemente alta para el propósito que nos ocupa.

-“Homo Sapiens” Documental de Jacques Malaterre, perteneciente a la serie “Los Orígenes de la Humanidad” (trilogía formada por “La Odisea de la Especie”, “Homo Sapiens” y “El Amanecer del Hombre”), 2003. Empleados dos fragmentos; el primero (Vídeo I): 09:30-10:00; el segundo (Vídeo II): 53:16-01:00:07. Obtenido de You Tube:

(<https://www.youtube.com/watch?v=fcMyWkAukEw>)

-“Atlatl” 2006. Breve fragmento (Vídeo III): 02:42-03:00. Obtenido de You Tube:

([https://www.youtube.com/watch?v=g88rSB9s4\\_E](https://www.youtube.com/watch?v=g88rSB9s4_E))

-“Proceso de elaboración del cuero”. Documental de CanalHistoria. Empleados dos fragmentos; el primero (Vídeo IV): 00:33-03:40; el segundo (Vídeo V): 14:10-19:25. Obtenido de You Tube:

(<https://www.youtube.com/watch?v=H4jpNCIzOiA>)

El segundo grupo, que hemos dado a llamar “elementos tangibles”, lo componen aquellos objetos que realizados por nosotros mismos buscan reproducir de manera científica y a la vez comprensible la realidad material del legado arqueológico. Pueden ser clasificados en dos conjuntos: líticos-inorgánicos y orgánicos. El primero estaría compuesto por una serie de útiles y herramientas fabricados para ejemplificar cómo eran algunos los instrumentos de piedra utilizados en la Prehistoria:

-Tres raederas, elaboradas en sílex, cuarcita y caliza (Figs. 2, 3 y 4)

-Un venablo con punta tipo musteriense (Fig. 5)

-Una punta de flecha de aletas y pedúnculo (Fig. 6)

-Una flecha con punta de muesca y estabilizador de cola (Fig. 7 y 8)

-Una azagaya con punta de asta y estabilizador de cola y un propulsor (Fig. 9 y

10)

-Una aguja de hueso (Fig. 11)

El segundo lo compondrían tres pieles en distintas fases del proceso de curación/curtido:

-Una piel cruda o fresca, recién extraída

-Una piel en estado intermedio; secada, rehidratada y tensada en un soporte marco

(Fig. 12)

-Una pieza de cuero acabada.

## **DISCURSO DIDÁCTICO: DESARROLLO DEL TALLER**

### **Introducción general: arqueología y arqueología experimental.**

Para comenzar conviene exponer brevemente en qué consiste la arqueología: esto es, en el estudio de las sociedades del pasado a través de la cultura material. ¿Qué es la cultura material? Básicamente aquellos objetos y restos físicos que se conservan de momentos anteriores. La arqueología no es, por tanto, simplemente “irse de excavación” sino que, al contrario, resulta casi más importante lo que viene después: el estudio de esos objetos y esa información que la excavación nos ha proporcionado. Así la Arqueología y la Historia se distinguen en su metodología: ambas disciplinas aspiran a reconstruir el pasado, pero mientras que la primera lo hace a través de los objetos la otra lo hace a través de los textos. Historia sólo puede haber por tanto cuando la sociedad que estamos estudiando desarrolló un sistema de escritura que nosotros podemos entender. No es este el caos de la Prehistoria, por lo que todo el conocimiento que de ella tenemos proviene única y exclusivamente de la cultura material.

La Arqueología Experimental es una rama de estudio dentro de la Arqueología, cuyo cometido es “reproducir las herramientas del pasado con las mismas técnicas del pasado, para así poder conocer cómo se hacía y qué dificultades tenía; qué materiales eran más adecuados y para qué se usaba cada herramienta”. Básicamente puede resumirse el cómo trabaja un arqueólogo experimental de la siguiente manera: “Sabemos que fabricaban esta herramienta y sabemos que disponían de estos recursos. ¿Cómo desde estos recursos podemos llegar a eso? Y hacer sucesivas pruebas hasta lograrlo”. Una disciplina como esta logra aportar valiosa información para el estudio de una época de la que carecemos de textos y para la que el registro material es muy escaso.

## **Introducción a la talla lítica**

Dado que conocíamos que el público al que nos hemos dirigido (estudiantes de entre 11 y 13 años, alumnos de 1º de E.S.O.) tiende a la dispersión y, como se verá en el apartado de las respuestas de dichos estudiantes, aún no ha desarrollado una completa capacidad de asimilación terminológica, decidimos no incluir en la exposición demasiados términos nuevos para ellos (véase *infra* lo ocurrido con la “raedera”), es decir, nuestro objetivo era que en ellos se consolidaran algunos conceptos básicos sobre la Prehistoria que previamente habrían aprendido durante el curso escolar.

Así pues, esta parte comenzó con una aproximación a la importancia de la talla lítica, incidiendo sobre todo en lo que supone la aparición de las herramientas en el desarrollo cerebral de la humanidad. Con ello, utilizando en todo momento un registro coloquial del lenguaje, también se buscó la participación del alumnado en la actividad (en parte, para medir sus conocimientos previos a la misma). A su vez, para captar mejor su atención e interés, intentamos transmitir que el estudio de la talla lítica no se limita a “clasificar piedras”, sino al estudio de los grupos humanos a través de dichos objetos. Para ello, comentamos que “sólo con ver una lasca de piedra mal tallada un arqueólogo te puede decir que en la Prehistoria ya había colegios...” y ejemplos del mismo estilo discursivo.

Tras esto, se procedió a explicar los diferentes tipos de percutores y para qué servían (en líneas generales), es decir, “el percutor duro solía ser de piedra y servía para sacar lascas o incluso láminas, pero si querían ser más cuidadosos utilizaban percutores blandos, de asta de ciervo o madera, porque estos te permiten retocar mejor la pieza” (Fig.1).

Para hacer comprender a los alumnos por qué el sílex fue la roca más utilizada para la elaboración de herramientas, explicamos las diferencias con otras rocas y les mostramos tres raederas de diferentes rocas para que lo comprobaran por sí mismos (Fig.2, Fig.3, Fig.4). El hecho de pasarles tres raederas atendía a tres razones: la ya mencionada; comprobar si alumnos de su edad retenían bien el término; que conocieran por lo menos una de las herramientas utilizadas en el proceso curtido de pieles. De esta forma se les dio a entender, de manera introductoria que características geofísicas poseía el sílex –y otras piedras como la cuarcita– que le hacían idóneo para este uso, frente a otras piedras como la pizarra o el granito, cuyas estructuras “impiden lograr que la piedra se rompa por el lugar y de la manera que tú quieres”.

## **La caza**

Después de la introducción a la talla lítica, fue proyectado un fragmento (Vídeo II) del documental “Homo Sapiens”, de la serie “Los Orígenes de la Humanidad”.

Este fragmento fue elegido no sólo para mostrar la caza mayor, sino también para presentar tres de los temas más estudiados por los prehistoriadores: la religión, el contacto Neandertal-Sapiens, y la futura desaparición de Neandertal. Asimismo, primero se les explicó que “las primeras herramientas de caza seguramente fueran palos afilados, pero más tarde, a medida que evolucionaba el cerebro, las herramientas se perfeccionaban y se llegó al diseño de una punta lítica encajada en un palo”. Para que aprehendieran esto, fuimos pasando (bajo nuestra supervisión) un venablo hecho a partir de una punta de sílex de tipo musteriense engastada en un vástago de madera de pino (madera elegida por su relativa flexibilidad y resistencia) y fijada al mismo con intestinos de bóvido y de 1,76 metros de longitud (Fig. 5).

Después de esto, creímos oportuno incidir en la importancia de diferenciar las puntas de flecha para comprender mejor los cambios sociales durante la Prehistoria. En primer lugar les pedimos que imaginaran la forma de una punta de flecha, para luego mostrarles una punta de aletas y pedúnculo (Fig. 6), realizada a partir de una lasca de ópalo (pues la obsidiana y el sílex son materiales quizá demasiado afilados para un público de esa edad). En este momento preguntamos que si imaginaban con esa forma una punta de flecha, a lo que respondieron con una afirmación. Tras este inciso, les mostramos una flecha con punta de muesca (Fig.7, Fig.8) realizada sobre lámina de sílex y engastada en un vástago de madera de pino, siguiendo el mismo proceso que con el venablo, y de 0,63 metros de longitud. Y mientras pasábamos la flecha, explicábamos que la punta de aletas y pedúnculo era más sofisticada porque surgió en un momento en el que los humanos empezaban a tener más tiempo libre como consecuencia de algo que les traería una fuente de recursos más estable, buscando que los alumnos respondieran “la sedentarización”. Con ello, también pretendíamos enlazar este apartado con lo mencionado anteriormente acerca del estudio y análisis de la talla lítica.

Siguiendo con las armas del Paleolítico, lo último que se mostró en esta parte de la actividad fue un venablo lanzado con propulsor. Explicamos que eran frecuentes los venablos de punta de madera y los de punta lítica, sin embargo, consideramos oportuno mostrar un venablo cuya punta fuera de asta de cérvido (obtenida mediante técnicas modernas para la aceleración del proceso) para que comprobaran por sí mismos que el

asta era un material frecuente. Este venablo (Fig.9, Fig.10), de 2,11 metros de longitud, fue hecho a partir de un vástago de madera de samba (madera elegida por su flexibilidad y ligereza) en el cual se engastó una punta de asta fijada con tripas de bóvido, mismo proceso que en los anteriores ejemplos. Dado que las dimensiones del aula donde se desarrolló la actividad no permitían una muestra de lanzamiento de venablo con propulsor, decidimos proyectar un fragmento de video de dicho proceso (al cual se le eliminó el sonido, pues el video en sí era de carácter cómico), (Vídeo III). Para finalizar esta parte, se comentó que las flechas y el venablo arrojado con propulsor surgen con el Homo Sapiens.

### **El trabajo de la piel**

Posteriormente se procedió a explicar las distintas fases de las que se compone el trabajo que precisa una piel para hacer de ella un recurso útil<sup>4</sup>.

El cuero es utilizado, principalmente, como una técnica para la conservación de la piel de los animales; o mejor dicho, es el resultado final de exponer la piel a un tratamiento de naturaleza química: el curtido –que altera parcialmente su composición, su estructura y sus propiedades–. Hay pues que distinguir este material de la simple piel animal, que curada fue también un recurso utilizado en la Prehistoria. De hecho el curtido, como veremos más adelante, es una técnica adquirida en una etapa muy posterior. Es un hecho demostrado que, de no ser por este material, la piel de los animales, el ser humano habría sido incapaz de sobrevivir a las distintas glaciaciones que han asolado el planeta. Pero para su buena conservación no basta con ponérsela por encima: es necesario tratarla. Lo cual no quita que esta “industria” tuviera unos orígenes profundamente simples (Vídeo I)

En los primeros momentos de su uso, como decimos, no se conoce aún la técnica del curtido, sino que la piel se limita a ser curada. Este proceso consta de las distintas fases:

**1. Extracción de la piel del animal.** Para esto era imprescindible una buena herramienta, una lasca de piedra afilada, preferiblemente sílex (aunque el material varía dependiendo de la zona geográfica) con filo en uno de sus lados, y con el filo matado en el otro para posibilitar una buena sujeción. (Fig. 13)

---

<sup>4</sup> Hay que tener en cuenta que las técnicas empleadas pueden ser diversas, en paralelo a la enorme variedad de usos que se le puede dar a la piel –como apunta RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ, A.C (1997). en “La tecnología de la piel y en cuero en la Prehistoria de Canarias: una aproximación etnoarqueológica”, *El Museo Canario*. Pags.: 11-32–. En el proyecto hemos tratado de resumirlas esencialmente en dos.

**2. Limpieza primaria de la piel.** Principalmente para quitar las zonas carnosas y grasas más superficiales. Esta fase se solía realizar en el lugar de la caza, teniendo como finalidad principal el aligerar la piel para mejorar su transporte. La herramienta utilizada se denomina raedera, una pieza de sílex con uno o varios bordes trabajados con retoques; sin embargo puede ser más efectivo un denticulado, según la naturaleza de la piel. (Fig. 14) En este punto se le mostró al alumnado la piel fresca (Fig. 12), para que pudieran comprobar por ellos mismos cómo es una pieza de cuero en su estado original.

**3. Secado de la piel.** El método más utilizado, principalmente por la aceleración del proceso, es la introducción de la piel en ceniza o arena –o algún otro material, generalmente en polvo, altamente absorbente–. Éste es, además, el utilizado en las piezas utilizadas en la exposición. Conviene que esta fase del proceso se efectúe de tal forma que la piel quede convenientemente estirada para facilitar los pasos posteriores, mediante su sujeción a un marco de madera u otro material, o bien mediante la utilización de métodos más sencillos como estacas clavadas en la tierra, que fue probablemente, además, un método anterior en el tiempo.

**4. Humedecimiento de la piel.** El secado de la piel causa que ésta se contraiga y, si no ha sido adecuadamente colocada, que quede retorcida, por lo que es necesario rehidratarla –sencillamente humedeciéndola con agua– y colocarla, esta vez sí, de la manera arriba expuesta para estirla y prepararla para su adecuado raspado, que no puede llevarse a cabo de una forma adecuada si la piel no está lisa y convenientemente estirada.

**5. Raspado.** Una vez la piel está debidamente estirada y seca, se procede, de nuevo, a su raspado. Para el raspado se utiliza, de nuevo, la raedera. En este paso se termina de eliminar todo tejido que no pertenezca a la dermis (restos de carne, venas y arterias...) que después del secado se halla en un estado de “carne muerta”. (Figs. 15 y 16) En este punto de la exposición se fue pasando por los distintos grupos de alumnos por el aula, con la piel en fase intermedia (*vid. supra.*; Fig. 13) ofreciéndoles la posibilidad de intentar practicar este proceso con ayuda de una raedera.

“En este momento la piel ya está limpia, aunque aun no puede ser utilizada para la fabricación de ropas, cabañas... ¿El motivo? Su dureza”. La piel aun raspada guarda gran rigidez, por lo que es necesario abatanarla. Esto se realiza mediante golpes con distintos útiles, principalmente martillos o mazas de diversos tamaños. Ya en la Edad

Media aparecieron los batanes, molinos que aprovechaban la fuerza del agua para golpear las pieles con unos martillos. Con el abatanamiento la piel conseguimos que ésta adquiriera flexibilidad y que termine de estirarse.

Una vez realizado el abatanado, la piel ya está preparada para su uso. Pero para confeccionar cualquier cosa con la piel es necesario coserla, y en la prehistoria no contaban con agujas de metal como las utilizadas actualmente. ¿Qué usaban entonces? Agujas de hueso (Fig. 11), fáciles de tallar y flexibles, capaces de atravesar el cuero sin llegar a romperse y soportar mucho uso sin desafilarse.

El proceso arriba descrito es una síntesis de toda la compleja evolución que debieron de seguir las técnicas de aprovechamiento de la piel. Sabemos, por ejemplo, que en unos primeros momentos el tratamiento de la piel para evitar su rigidez debió de limitarse a su curado/secado al calor del fuego<sup>5</sup>.

En momentos posteriores de la Prehistoria, tenemos ya indicios del tratamiento de la piel con sustancias químicas, mediante la inmersión de ésta en agua con diversos elementos naturales, que van desde cortezas de árboles como el sauce o la encina hasta excrementos de paloma o perro<sup>6</sup>. Estas sustancias liberaban en el agua ácido tánico. (Vídeo IV) Este paso se realiza inmediatamente después de su primer raspado, aunque tiene unas ciertas condiciones: para que sea efectivo, la piel debe estar ya libre de todo tejido cárnico.

Sabemos que algunas comunidades del ártico utilizan la piel extraída directamente del animal, curtiéndola ellos mismos con su uso mediante el roce con la piel y el sudor, que no deja de ser una solución salina natural.

Para finalizar la exposición se les proyectó un vídeo (Vídeo V) algo más largo que resume a forma de síntesis todo el proceso de curtido, proceso que por su naturaleza algo más compleja, nosotros mismos no nos hemos atrevido a llevar a la práctica. De esta forma hemos ofrecido al alumnado una doble aproximación a dos técnicas, el curado y el curtido.

---

<sup>5</sup> EIROA, J. J. (1994); *Historia de la ciencia y de la técnica. I La Prehistoria*. Pág. 38

<sup>6</sup> EIROA, J. J.; *Op. Cit.* Pág. 40.; Paleorama en Red (2010) “El uso de piel en la Prehistoria. Hallazgos directos y pruebas indirectas”

## VALORACIÓN DE LA ACTIVIDAD Y CONCLUSIONES

Al finalizar la actividad se les pidió a los alumnos que completasen un breve y sencillo cuestionario para indagar la utilidad del taller y comprobar si habían retenido los conceptos fundamentales. Pudimos concluir que, en esencia, captaron gran parte de lo expuesto llevándose un conocimiento general sobre el asunto; aunque, quitando salvados casos, de una manera superficial (*vid* ANEXO II: Estadísticas). No obstante, no juzgamos por ello, ni mucho menos, tal como un fracaso. Al contrario estimamos que una recepción así, a esa edad, de un conocimiento dentro de lo que cabe tan específico es un éxito y demuestra que la realización de este tipo de actividades puede ser útil y provechosa para la transmisión y difusión de conocimientos entre un público de estas características.

## BIBLIOGRAFÍA

BAENA, J. (1997); “Arqueología Experimental: algo más que un juego” *Boletín de Arqueología Experimental I*. Págs.: 2-5 Universidad Autónoma de Madrid

BAENA, J (1998); *Tecnología Lítica Experimental. Introducción a la talla de utillaje prehistórico*. Madrid.

EIROA, J. J. (1994); *Historia de la ciencia y de la técnica. I La Prehistoria*. Madrid.

MARTÍN, D. *et alii* (2012); “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” *Boletín de Arqueología Experimental IX*. Págs.: 125-131. Universidad Autónoma de Madrid.

Paleorama en Red (2010) “El uso de piel en la Prehistoria. Hallazgos directos y pruebas indirectas” (Recurso de Internet: <https://paleorama.wordpress.com/2010/11/18/el-uso-de-la-piel-en-la-prehistoria-hallazgos-directos-y-pruebas-indirectas/>)

RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ, A.C (1997). en “La tecnología de la piel y en cuero en la Prehistoria de Canarias: una aproximación etnoarqueológica”, *El Museo Canario*. Las Palmas de Gran Canaria.

**ANEXO I: Imágenes**



Figura 1. Ejemplo de talla con percutor blando



Figura 2. Raedera de sílex



Figura 3. Raedera de cuarcita



Figura 4. Raedera de caliza



Figura 5. Punta musteriense de venablo



Figura 6. Punta de aletas y pedúnculo



Figura 7. Punta de muesca engastada



Figura 8. Enmangue de plumas en la flecha



Figura 9. Venablo con punta de asta



Figura 10. Enmangue de plumas en el venablo



Figura 11. Aguja de hueso



Figura 12. Piel tensada sobre un soporte de madera y parcialmente raspada.



Figura 13. Extracción de la piel de una pata de vaca



Figura 14. Retirada del tejido cárnico y grasa, tendones y vasos sanguíneos.



Figuras 15 y 16. Raspado de la piel con una raedera de sílex tras haber sido secada en ceniza, rehidratada y tensada.



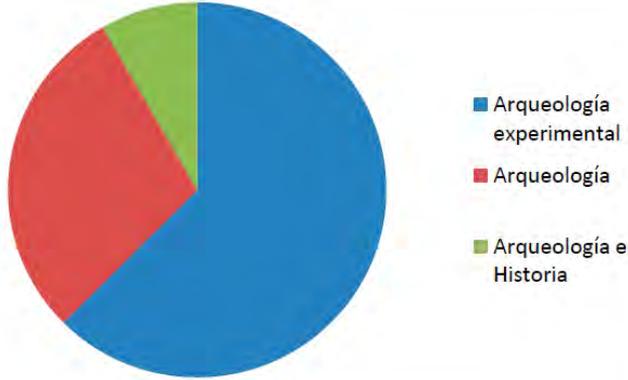
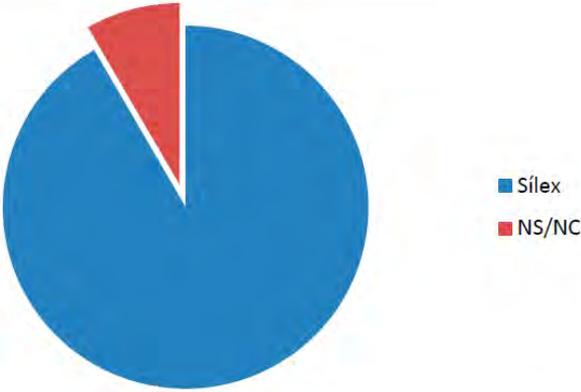
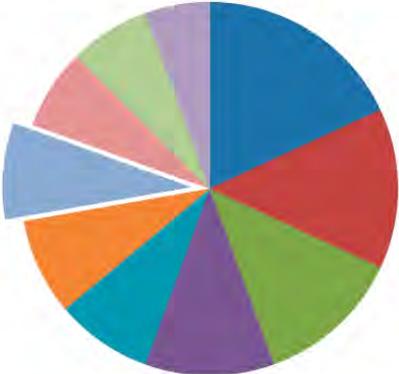
Figura 13. Muestra de la piel cruda al alumnado

## **ANEXO II: Gráficas**

En la presente sección se ofrecen las graficas estadísticas correspondientes al breve cuestionario que se efectuó al terminar el taller; a través de ellas se puede comprobar el nivel de calado de lo expuesto así como su aprehensión y su comprensión.

Las preguntas de las que estaba compuesto el cuestionario eran las siguientes:

- 1- ¿Cómo se llama la disciplina que investiga el pasado a través de la recreación de objetos?
- 2- ¿Qué piedra fue la más utilizada para fabricar herramientas durante el Paleolítico?
- 3- Enumera otros tres materiales empleados para la fabricación de herramientas
- 4- ¿Qué nombre recibe la herramienta de piedra con las que se raspan las pieles?
- 5- Enumera brevemente los pasos para curar/curtir una piel:
- 6- ¿Cuánto tiempo se tarda, aproximadamente, desde la obtención de la piel hasta finalizar el tratamiento?
- 7- ¿Qué utilidades pudo tener la piel durante la Prehistoria?

 <p>■ Arqueología experimental ■ Arqueología ■ Arqueología e Historia</p>	<p><b>Gráfica 1.</b> Respuestas a la pregunta 1: ¿Cómo se llama la disciplina que investiga el pasado a través de la recreación de objetos?</p>
 <p>■ Sílex ■ NS/NC</p>	<p><b>Gráfica 2.</b> Respuestas a la pregunta 2: ¿Qué piedra fue la más utilizada para fabricar herramientas durante el Paleolítico?</p>
 <p>■ Asta ■ Madera ■ Caliza ■ Hueso ■ Piel ■ Otros (cuarzo, cuarcita, pizarra, fuego, raedera, materia) ■ NS/NC ■ Granito</p>	<p><b>Gráfica 3.</b> Respuestas a la pregunta 3: Enumera otros tres materiales empleados para la fabricación de herramientas.</p>

<p>■ Similares a raedera (raedra, reada, raidera, radra, redula, radera, raduda, raedela)</p> <p>■ Raedera</p> <p>■ Caliza</p>	<p><b>Gráfica 4.</b></p> <p>Respuestas a la pregunta 4: ¿Qué nombre recibe la herramienta de piedra con las que se raspan las pieles?</p>																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Método</th> <th>Número de respuestas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Total alumnos</td> <td>24</td> </tr> <tr> <td>Bataneado</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Tratamiento químico</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Secado</td> <td>17</td> </tr> <tr> <td>Estiramiento / Tensión</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>Raspado de piel</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>Extracción de intestinos</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Desollamiento</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td>Matar al animal</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>	Método	Número de respuestas	Total alumnos	24	Bataneado	1	Tratamiento químico	4	Secado	17	Estiramiento / Tensión	8	Raspado de piel	15	Extracción de intestinos	3	Desollamiento	16	Matar al animal	10	<p><b>Gráfica 5.</b></p> <p>Respuestas a la pregunta 5: Enumera brevemente los pasos para curar/curtir una piel:</p>
Método	Número de respuestas																				
Total alumnos	24																				
Bataneado	1																				
Tratamiento químico	4																				
Secado	17																				
Estiramiento / Tensión	8																				
Raspado de piel	15																				
Extracción de intestinos	3																				
Desollamiento	16																				
Matar al animal	10																				
<p>■ NS/NC</p> <p>■ Depende de la piel* (Un alumno especificó 15-20 minutos)</p> <p>■ 1-2 meses</p> <p>■ 1 semana</p>	<p><b>Gráfica 6.</b></p> <p>Respuestas a la pregunta 6: ¿Cuánto tiempo se tarda, aproximadamente, desde la obtención de la piel hasta finalizar el tratamiento?</p>																				
<p>■ Vestimenta</p> <p>■ NS/NC</p> <p>■ Vestimenta y refugio</p> <p>■ Vestimenta y lecho</p>	<p><b>Gráfica 7.</b></p> <p>Respuestas a la pregunta 7: ¿Qué utilidades pudo tener la piel durante la Prehistoria?</p>																				

# DE LA VARIABLE CONTROLADA AL DATO EMPÍRICO: CUATRO CASOS DE CONTROL DE VARIABLES EN EXPERIMENTOS DE TECNOLOGÍA LÍTICA

From controlled variable to empirical data: four cases of control of variables in lithic  
technology experiments

Felipe Cuartero Monteagudo<sup>1</sup>; Manuel Alcaraz-Castaño<sup>2</sup>; Javier Baena Preysler<sup>1</sup>

*Fecha recepción:* 04/12/2016

*Fecha aceptación:* 22/12/2016

## RESUMEN

En el presente trabajo utilizamos la caracterización del experimento científico propuesta por el filósofo de la ciencia Mario Bunge para presentar una serie de cuatro experimentos en el campo de la tecnología lítica. Nos centramos en evaluar el grado de control de variables asumido en dichos experimentos, presentándolos de menor a mayor según dicho grado de control. Las temáticas abarcadas en los experimentos presentados son: (a) técnicas de talla en el yacimiento olduvayense de Dmanisi (Georgia); (b) eficacia funcional de los cepillos del yacimiento mesolítico de Parque Darwin (Madrid); (c) eficacia de diversas técnicas de tratamiento térmico en rocas silíceas; y (d) eficacia de una técnica especial de preparación de talones en la configuración de foliáceas del yacimiento solutrense de Las Delicias (Madrid). En cada caso discutimos el procedimiento de control de variables que ha sido empleado, así como la forma de presentar los datos generados. Por último, evaluamos la relevancia y el grado de contrastación que permite cada experimento, señalando la necesidad de diseñar experimentos que permitan un alto grado de replicabilidad y contrastación.

**Palabras clave:** experimento; tecnología lítica; control de variables; técnicas de talla; tratamiento térmico

---

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Madrid, Dept. de Prehistoria y Arqueología Campus Cantoblanco, 28049 Madrid, Spain. Email: felipe.cuartero@uam.es

<sup>2</sup> Neanderthal Museum. Talstraße 300, 40822 Mettmann (Alemania) Email: alcaraz@neanderthal.de

## ABSTRACT

In this paper we use the characterization of scientific experiment put forward by the philosopher of science Mario Bunge to present a series of four experiments in the field of lithic technology. We pay especial attention to how these experiments deal with control of variables and we present them in order from the lowest to the highest level of control. Topics of studied experiments include (a) knapping techniques in the Oldowan site of Dmanisi (Georgia), (b) functional utility of the rabbits found in the Mesolithic site of Parque Darwin (Madrid, Spain), (c) effectiveness of different heat treatments techniques on siliceous rocks, and (d) usefulness for foliate production of a special technique of platform preparation identified at the Solutrean site of Las Delicias (Madrid, Spain). In each experiment we discuss how variables were controlled and how generated data were presented, with the final aim of assessing both the relevance and the degree of replicability of experiments. We stress the necessity of devising experiments allowing for a high degree of replicability and contrast.

**Keywords:** Experiment; Lithic Technology; Control of Variables; Knapping Techniques; Heat Treatment.

## 1- INTRODUCCIÓN

La experimentación en tecnología lítica presenta la dificultad de contar con un número casi infinito de variables sobre las cuales podemos experimentar. Por este motivo las experimentaciones en este campo suelen quedarse casi siempre al nivel conceptual de la experiencia (*sensu* Baena y Terradas, 2005) sin llegar a alcanzar el nivel de auténtico experimento. El hecho de que las experimentaciones suelen quedar en este nivel cualitativo o exploratorio denominado *experiencia* es generalizado en toda la Arqueología experimental (Santacana, 2013), y ocurre ya sean complejas y múltiples las variables manejadas, como sucede en el caso de la tecnología lítica, o no lo sean. La clave para que los experimentos realizados puedan ser considerados como tales no es otra que el alto control de variables (Bunge, 2000), algo que resulta especialmente complejo cuando éstas son numerosas (Mathieu, 2002). En el presente trabajo exponemos una serie de experimentos realizados recientemente sobre diversos temas en tecnología lítica (técnicas de talla, retoque, configuración y utilización de algunos tipos de utillaje, tratamiento térmico), con el objetivo de mostrar algunos procedimientos de control de variables,

cuestión que consideramos de especial relevancia en cualquier programa experimental. También pretendemos dotar de una cierta uniformidad a las categorías de experimentos más allá de las propuestas al interior de la propia Arqueología experimental, para lo cual empleamos como eje vertebrador las categorías definidas por el filósofo de la ciencia Mario Bunge en torno a los experimentos científicos (Bunge, 2000: 679-689). Por último, pretendemos también mostrar, mediante tablas y gráficas, modelos de datos empíricos contrastables, algunos de ellos cuantitativos, generados a partir de los experimentos presentados.

## **2- EL EXPERIMENTO CIENTÍFICO Y EL SISTEMA DE CONTROL SEGÚN BUNGE**

En el presente trabajo tomamos como referencia la caracterización del experimento científico que realiza Mario Bunge (2000), por lo que presentamos los casos de experimentos que ejemplifican el control de variables según las categorías establecidas por este autor. Bunge establece una diferenciación entre aquellos experimentos que son netamente **cuantitativos** (es decir, realizados con mediciones precisas), de aquellos que son cuantitativos pero con medición escasa (**semicuantitativos**) o de aquellos experimentos netamente **cualitativos**. Los primeros, también denominados **funcionales** (en el sentido de que se pueden expresar en términos de funciones matemáticas) son los que proporcionan los datos empíricos de mayor calidad, ya que al estar basados en mediciones son fácilmente contrastables y permiten reproducir el experimento con objetividad. Esta categoría de experimento podría entenderse como equivalente a los conceptos *experimento* de Baena y Terradas (2005), *experimento verdadero y científico* de Callahan (1995) o *experimento superior* o *de nivel funcional* de Coles (1979). Por otro lado, Bunge (2000: 679) señala que tanto los experimentos semicuantitativos como los cualitativos suelen ser experimentos exploratorios, pues este tipo de experimentos, dedicados a objetivizar por primera vez las variables de un determinado proceso, o las relaciones entre las mismas, no suelen necesitar, en esta fase de la investigación, cuantificar profusamente los datos.

En este sentido podrían entenderse el concepto teórico de *experiencia* (*sensu* Baena y Terradas, 2005), el *segundo nivel de experimentaciones* propuesto por Callahan (1995) o *el nivel medio* o *nivel de finalidad tecnológica* propuesto por Coles (1979). Por último, conviene resaltar también lo que Bunge (2000: 688) denomina experimentos

factoriales, que son aquellos en los que se modifican de forma simultánea una o más variables, y en los que las diferencias se registran cualitativamente.

El aspecto clave en la experimentación sistemática es el control de las condiciones de producción de los hechos estudiados y las condiciones de la observación. Para tal efecto se debe emplear un *testigo* o *sistema de control* en el cual no se introduzcan los cambios deliberados que son objeto de observación en el experimento (Bunge, 2000: 687). Este testigo puede crearse con una población separada (población o grupo de control “C”, frente al grupo o población experimental “E”. También puede ser el sistema mismo cuando no se encuentra sometido a la influencia de la que se supone que es causa de la variación productora del sistema experimental. Los grupos de control y experimental tienen que ser homogéneos, es decir, tan similares en las variables relevantes como sea posible. Para conseguir esta homogeneidad entre grupos E y C Bunge presenta dos técnicas de control de variables: *individuales* y *colectivas* (Bunge, 2000: 689). La técnica de control de variables colectiva se suele aplicar a muestras amplias de estudio sobre las cuales no se pasan por alto las composiciones individuales de C y E y no se controlan más que algunas de sus propiedades estadísticas. A tal efecto se emplean métodos de control estadístico (por distribuciones, al azar, casualización). Esta técnica de control permite minimizar los efectos en variables no modificables como por ejemplo la variabilidad natural al interior de una materia prima poco homogénea *per se*. No obstante, en los casos de mayor control de variables que presentamos en este trabajo, centrados en técnicas de talla y tecnología lítica, se han podido componer los grupos Experimental y de Control mediante técnica de control individual con emparejamiento simultáneo de individuos de ambos grupos: cada miembro del grupo de control se coordina con un miembro, aproximadamente equivalente, del grupo experimental (Bunge, 2000).

En el presente trabajo mostraremos cuatro ejemplos de experimentos diferentes estructurados a partir de las categorías que establece Bunge (2000) en relación al grado de control de variables: (1) un experimento cualitativo en torno a la técnica de talla empleada en el nivel IV de Dmanisi (República de Georgia); (2) dos experimentos factoriales, uno de ellos dedicado a analizar la efectividad de los útiles denominados *cepillos* del yacimiento mesolítico de Parque Darwin (Madrid) y otro dedicado a evaluar el efecto de diversas técnicas en el tratamiento térmico del sílex; y (3) por último, un experimento cuantitativo como ejemplo de alto control de variables.

Por no ser el objetivo de este trabajo, no incidiremos de manera detallada en los aspectos previos al propio experimento, como son la determinación del problema científico a resolver, o el planteamiento de una hipótesis válida que deba ser contrastada con el propio experimento. Queremos recordar no obstante que para que una hipótesis sea válida debe cumplir los siguientes requisitos: (1) debe tratar sobre cuestiones reales y observables, y (2) debe expresar la relación entre dos o más fenómenos o atributos que han sido observados previamente (Popper, 1934). Sólo con el planteamiento de una hipótesis válida y establecida a partir de relaciones concretas entre hechos podremos plantear un experimento objetivo y fructífero (Bunge, 2000). La observación de los hechos así como las hipótesis que relacionan dichos hechos con fenómenos son más fáciles de abordar cuanto más experiencia y mayor número de observaciones se han hecho sobre un determinado contexto o serie de hechos. En nuestro caso de la experimentación en Arqueología la observación de los hechos debe partir del registro arqueológico y los datos empíricos obtenidos del mismo. En este sentido sobra decir que es fundamental conocer el registro material y los datos empíricos así como las teorías generales que se relacionan con la interpretación de los fenómenos observados.

Como paso previo a establecer el control de variables es obvio que debemos identificar cuáles de ellas intervienen de forma más próxima en un fenómeno. En este sentido, para una acción sencilla, como puede ser la técnica de extracción de una lasca, influyen de forma inmediata (a) la forma del núcleo o nódulo tallado, (b) su tamaño, (c) la naturaleza de la materia prima (evaluada por ejemplo en términos de calidad), (d) el punto donde se ejerce la percusión, (e) la trayectoria de la percusión, (f) la naturaleza del percutor (duro, blando, semiduro...), (g) la forma del percutor y (h) la forma de la zona activa de percusión del mismo (Cuartero Monteagudo, 2014). En función de cuáles sean las variables que queramos analizar deberemos fijar o controlar el resto de variables. Así pues, si queremos analizar el efecto que tiene la morfología del núcleo (a) en la morfología de la lasca producida, consideraremos aquella como la variable independiente del experimento. La morfología de la lasca resultante (i) sería en este caso la variable dependiente. El resto de variables (b, c, d, e, f, g, h) deberán ser fijadas o controladas; es decir, que deberemos hacer que sean lo más homogéneas que sea posible para que su propia variación no interfiera en la observación del fenómeno principal que se quiera investigar. Un buen ejemplo de experimentos en este sentido lo encontramos en Dibble y Rezek (2009), donde se analiza el grado de condicionamiento que implica la morfología

de la superficie tallada (variable independiente) en la morfología de la lasca resultante (variable dependiente), para lo cual se controlan el resto de variables (relativas a la técnica). Este experimento aporta datos muy concretos sobre el mecanismo de ruptura concoidea, determinando por ejemplo que en la forma de la lasca resultante influyen más otros factores como el ángulo de la plataforma o la profundidad en el golpeo que la propia morfología de la superficie de explotación.

Si nos movemos a un plano más concreto en el registro arqueológico podríamos plantear un programa experimental para conocer cuál es la técnica precisa para elaborar un determinado producto de debitage: por ejemplo las puntas de tipo Levallois. A ser posible deberíamos determinar un conjunto arqueológico concreto, analizar el esquema operativo para producción de puntas Levallois en dicho conjunto y definir previamente qué grado de regularidad hay en la elaboración de dichos productos. En un primer experimento exploratorio deberíamos intentar controlar las variables (a) morfología núcleo, incluyendo obviamente la preparación de la forma de los negativos previos a la extracción de la punta, (b) su tamaño y (c) materia prima tallada. Las variables relativas a la técnica, que en este caso son las restantes (d- el punto donde se ejerce la percusión, e- la trayectoria de la percusión, f- la naturaleza del percutor, g- la forma del percutor y h- la forma de la zona activa de percusión del mismo), deberán ir alternándose en su papel como variables independientes. El grado de variación en las mismas dependerá del número de interrogantes que no puedan ser resueltos directamente por el registro; es decir, si hay datos sobre los percutores, incluyendo sus morfologías, naturaleza, forma y estigmas en las zonas activas de percusión, se deberán controlar estas variables (es decir, no permitir que varíen: por ejemplo tomando como referencia un tipo de percutor y zona activa si es que se pueden establecer tipos). La experimentación se podrá centrar en este caso en el gesto (a descomponer a su vez en tantas variables como sea necesario: trayectoria, fuerza, velocidad) y se podrá constatar así cuál de los gestos probados es más eficaz a la hora de crear la punta-tipo que hayamos elegido reproducir, así como su contraste con las huellas generadas en la propia zona activa de percusión (Cuartero Monteagudo, 2014).

### 3-ALGUNOS CASOS DE EXPERIMENTOS EN TECNOLOGÍA LÍTICA CON DIVERSO CONTROL DE VARIABLES

#### 3.1- Un caso de experimento cualitativo: La velocidad en el gesto como variable significativa en el desarrollo de mecanismos de fractura *bending* en Dmanisi nivel IV

El yacimiento de Dmanisi (República de Georgia) es en la actualidad el mejor conservado (incluyendo fauna y fósiles humanos) y con fechas más antiguas (1,78 MA) para hablar de la primera salida de homínidos del continente africano (Gabunia et al, 2001). El estudio de su tecnología lítica a cargo de un Proyecto desarrollado entre los años 2006 y 2008 por un equipo de investigadores del Museo Nacional de Georgia y la Universidad Autónoma de Madrid (Baena *et al*, 2010) permitió establecer una serie de observaciones sobre los dos grandes conjuntos analizados (niveles II y IV de la antigua estratigrafía). Entre otras variaciones, el nivel II y el nivel IV muestran diferentes mecanismos de inicio de fractura concoidea. Mientras que en el nivel II es dominante el inicio de ruptura hertziano (*sensu* Cotterell y Kamminga, 1987) el nivel IV muestra un inicio de ruptura dominado por el mecanismo *bending* (*ibidem*). La constatación de esta dicotomía resulta de gran interés porque se estima que el lapso cronológico de formación entre un nivel y otro sería de entre 10.000 y 100.000 años (Ferring et al, 2011) lo que supone un rango temporal reducido (entendido en la escala de tiempo de los primeros homínidos).

Hay varias razones por las que se puede generar un inicio de fractura de mecanismo *bending*: naturaleza más blanda del percutor (Newcomer, 1979), ángulo de cornisa agudo (Cotterell y Kamminga, 1987) o un gesto rasante (Pelegri, 2000) entre otras. En general implica un menor estrés de inicio de ruptura (Cotterell y Kamminga, 1987) que puede ser medido en psi –libras por pulgada cuadrada- (Faulkner, 1972). De las posibilidades anteriormente expuestas se podía descartar la diferencia en selección petrológica de los percutores ya que en ambos niveles mostraban repertorios igualmente variados siendo siempre los materiales blandos (rocas con mayor disgregación) igualmente minoritarios. Tampoco los percutores mostraban un gesto diferenciado observando los estigmas: en ambos conjuntos mostraban una percusión frontal. Los artefactos tallados mostraban algunas diferencias, presentando el nivel IV una selección más pobre de materias primas y una mayor proporción de lascas corticales, así como una mayor tendencia a las explotaciones unifaciales (Baena et al., 2010).

En experiencias previas de talla habíamos observado que en materias primas tenaces el mecanismo de inicio de ruptura tipo *wedging* (opuesto al *bending*; esto es, más compresivo o con mayor fuerza en menor superficie) era común con un gesto rápido y violento de percusión. Por tanto un gesto más lento debía reducir los efectos nocivos que genera este tipo de inicio de ruptura. Al probar este tipo de gesto amortiguado sobre diferentes soportes y materias primas (siempre locales, de tipo volcánico, como tobas y basaltos) obtuvimos casi siempre un mecanismo de ruptura de tipo *bending* (Baena *et al*, 2010). A pesar de que en este caso realizamos una experimentación cualitativa en la que solo alteramos la velocidad del gesto (experimento cualitativo) en experimentos posteriores de tipo factorial (*sensu* Bunge, 2000) todavía inéditos, valoramos el papel de este gesto lento sobre otras variables marcadamente diferentes entre ambos niveles, fundamentalmente la calidad de la materia prima (alta o baja), el tamaño del núcleo y la estrategia de talla (bifacial o unifacial). Tras estos primeros ensayos pudimos constatar que en núcleos de dos superficies, tamaño reducido y buena calidad (esto es, equiparables a los del nivel II), el gesto amortiguado no funcionaba tan bien, y que era necesario un golpeo más rápido que en este caso daba como resultado un inicio netamente hertziano. Parece por tanto que el gesto no se presenta como un factor aislado sino que se asocia a otros factores que podríamos decir forman en su conjunto un sistema técnico. La explicación de por qué se produce ese salto cualitativo en términos de sistemas técnicos en tan escaso margen cronológico queda pendiente de ser explicada. Dicha explicación debe ser abordada con un análisis que contemple aspectos relativos al contexto, nuevas precisiones sobre la estratigrafía (Ferring *et al*, 2011), nuevos datos paleoantropológicos y evidentemente nuevos experimentos con un mayor control de variables. No obstante, esta primera serie de experimentos exploratorios o experiencias nos permitió observar las interacciones de la variable “velocidad de gesto” con el resto de atributos importantes en cada conjunto.

### **3.2- Dos casos de experimento factorial: los cepillos (*rabots*) de Parque Darwin (Madrid) y una aproximación didáctica al tratamiento térmico de materiales silíceos**

A continuación mostramos dos ejemplos de experimentos de tipo factorial llevados a cabo para observar simplemente la eficiencia de ciertas combinaciones de variables. En un primer caso se abordó el potencial funcional de cierto tipo de útiles espesos y con borde denticulado (*rabots*) identificados en el yacimiento Mesolítico de

Parque Darwin (Madrid). En segundo lugar mostramos un experimento realizado con fines didácticos durante el transcurso del XI Curso de Arqueología Experimental de Caspe (año 2015) orientado a mostrar la eficacia de varias técnicas de tratamiento térmico sobre varios tipos de materias primas.

Parque Darwin es un yacimiento mesolítico madrileño fechado en unos 8700 años antes del presente (sin calibrar) (Pérez González et al., 2007) y que ha sido clasificado dentro de la denominada facies “de muescas y denticulados”. En este yacimiento se ha identificado una serie de instrumentos macrolíticos que destacan por presentar frentes amplios retocados en modo abrupto, amplitud espesa, orientación directa y delineación denticulante de carácter escaleriforme (*ibidem*). Este tipo de instrumental puede adscribirse a los denominados “cepillos” o *rabots* (tipo 16 en la lista de Sonnevill-Bordes; Merino, 1994). Además de esas características es importante señalar que buena parte de las piezas que pueden ser así definidas en Parque Darwin presentan un filo microdenticulado que apoya sobre una cara ventral o superficie convexa y un tamaño y peso considerables (entre 300 y 500 gr) (Cuartero Monteagudo, 2012).

En experiencias aproximativas previas realizadas por Risco Zorita (2010) se caracterizó el proceso de talla para la configuración de este tipo de instrumentos con diferentes tipos de percutor y se hizo una primera aproximación a la eficacia funcional de los mismos, fundamentalmente a partir de un gesto transversal de uso. Este uso sin embargo no permitía explicar todas las características morfológicas del útil (espesor, peso, cara ventral convexa...), por lo que surgieron nuevos interrogantes respecto a su modo de funcionamiento. Algún tiempo más tarde, y gracias a una experiencia fortuita pudimos constatar que un gesto oblicuo de percusión tangencial resultaba muy eficaz con piezas semejantes (denticulados espesos). Por ello nos planteamos realizar una experimentación centrada en la aplicación de este gesto sobre distintas réplicas que pusiesen el acento en unas variables u otras de las que permiten caracterizar este tipo de piezas (Cuartero Monteagudo, 2012). El objetivo de este experimento exploratorio era el de evaluar cuáles de dichas variables eran fundamentales de cara a un uso eficiente en este tipo de piezas y cuáles eran accesorias, accidentales, o provocadas de forma secundaria por aquellas variables que sí eran fundamentales. Puesto que se quería someter a prueba la eficacia del gesto descrito más arriba (oblicuo y rasante) en este tipo de piezas denticuladas, se tomaron como variables fijas o controladas estos dos aspectos. El resto de variables descritas más arriba (peso, inclinación del frente, delineación de la cara

ventral) fueron modificadas para poder observar la aptitud de este tipo de gesto sobre estas diferentes morfologías y tamaños.

Como resultado de este experimento (Tabla 1) se pudo establecer que la cara convexa y el retoque micro-denticulado que se apoya sobre la misma son las variables fundamentales sobre las cuales se articulan el resto de atributos: el filo micro-denticulado actúa con el giro extrayendo materia con el paso de cada diente; de ahí que su mayor número y regularidad permitan una mejor acción sobre el material trabajado. 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 (Cuartero Monteagudo, 2012). Otras variables como la inclinación del frente son accesorias ya que su influencia es mínima (siempre que el filo sea similar). Esta característica en concreto parece derivada del reavivado del borde micro-denticulado, cuya extensión parcial sobre la altura total del frente acaba generando los escalonamientos y la relación abrupta más arriba descritas. La extensión delimitada de las extracciones tendría como objeto mantener el máximo volumen/peso de la pieza, ya que como hemos visto esta característica hace estas piezas más eficaces.

Gesto oblicuo tangencial, Filo denticulado		Frente Abrupto		Frente inclinado	
		Ligeras	Pesadas	Ligeras	Pesadas
Delineación	Cóncava	□	□	□	□
	Plana	□	●	□	●
	Convexa	●	●●	●	●●
	Irregular/S	□	□	□	□

Tabla 1. Eficacia del gesto oblicuo-tangencial en piezas de borde micro-denticulado. Variables analizadas: Peso (ligeras: ≈50 gr; pesadas ≈ 350 gr); Delineación de la cara ventral: cóncava, plana, convexa, irregular o en S. Inclinación del frente: abrupto (≈80°) o inclinado (≈50°). Observación de la eficacia del gesto en acción de corte sobre ramas de madera semi-seca de encina (≈50 golpes/pasadas por cada una de las 16 opciones)

Otro experimento factorial de organización similar es el que planteamos con ocasión del XI Curso de Arqueología Experimental de Caspe, desarrollado durante el mes de septiembre de 2015 en dicha localidad. En este caso se pretendía mostrar como método de trabajo una serie de experiencias sobre la eficacia de algunas técnicas de tratamiento térmico. Puesto que algunas características como la petrología de las muestras tratadas,

así como la presencia o no de córtex e impurezas, resultaban también interesantes de cara a estas experiencias, se programó un experimento de carácter factorial.

En primer lugar se pretendía hacer una aproximación a las diversas técnicas de tratamiento térmico constatadas a nivel arqueológico y etnográfico, de las cuales la más extendida es el tratamiento de sílex enterrado bajo una capa de arena (Boix Calbet, 2012), que además ha sido probada en experimentación con control de temperaturas en superficie, bajo 5 cm y bajo 10 cm (Wadley y Prinsloo, 2014). Además de esa técnica se han documentado otras como la cocción en pella de barro o, a nivel etnográfico, la cocción en recipientes de cerámica con serrín y ceniza (Tixier e Inizan, 2000). Otros experimentos recientes con alto control de variables han mostrado que también es posible la cocción con exposición directa al foco de calor con temperaturas de entre 350 y 400°C reguladas en este caso por la fase de combustión (final) o un combustible de baja temperatura (Schmidt et al, 2015).

En nuestra experimentación consideramos como variable fundamental el tamaño del soporte, pues se ha observado en diversos experimentos que los soportes de tamaño más reducido (lascas) soportan mejor los choques térmicos que los soportes de mayor tamaño como núcleos o nódulos (Crabtree y Butler, 1964; Mercieca y Hiscock, 2008). Al mismo tiempo pretendíamos mostrar el efecto de aplicar las mismas técnicas sobre diferentes materias primas, cuya respuesta se ha observado como significativamente diferente (Domanski & Webb, 1992). Y por último, también pretendíamos que se pudiese observar la influencia de cara a un tratamiento térmico eficaz de algunos tipos de impurezas como las cristalizaciones de ópalo que presentan en las zonas subcorticales algunos tipos de sílex como el de la región de Madrid. En experiencias previas habíamos comprobado que dichas impurezas siempre ejercen un efecto negativo en el tratamiento del sílex, generando fisuras o fracturas dramáticas que afectan no sólo al área con ópalo sino a toda la pieza tratada. A tal efecto se plantearon tres hipótesis de partida sobre las cuales trabajar:

1- Sobre la materia prima. Hipótesis: “Los materiales silíceos criptocristalinos (como el sílex) son los únicos que mejoran ante el tratamiento térmico”

2- Sobre las impurezas. Hipótesis: “el córtex u otras impurezas o concreciones impiden realizar un tratamiento térmico exitoso”

3- Sobre las técnicas de cocción y aislamiento térmico. Hipótesis: “La única técnica exitosa de cocción que podemos realizar con el sílex es colocarlo enterrado en una capa de arena bajo el foco del fuego”

El combustible empleado fue madera de pino. A la hora de realizar el experimento se tomaron temperaturas en rangos de tiempo de unos 30'. En el caso del experimento de cocción a baja temperatura se esperó a que parte del combustible se hubiese reducido a brasas y ceniza para enterrarlo en las mismas.

Con el fin de introducir las nociones de variable independiente (aquella que modificamos para observar unos resultados) y dependiente (la expresión de dichos resultados) y variable controlada, se presenta la siguiente clasificación que permita extraer una lectura ordenada de los resultados en cada hipótesis propuesta (tabla 2):

<b>Variables</b>	<b>Experimento 1</b>	<b>Experimento 2</b>	<b>Experimento 3</b>
<b>Dependiente</b>	Éxito (●) o fracaso (□) en el tratamiento		
<b>Independiente</b>	Materia prima	Impurezas	Técnica de cocción
<b>Fijas o controladas</b>	Impurezas, Técnica de cocción	Materia prima, Técnica de cocción	Materia prima, Impurezas

Tabla 2: Organización de las variables en experimento múltiple (factorial) de tratamiento térmico de cara a su posterior observación

A pesar de que no hubo un control muy estricto en la temperatura de los hogares ya que las rachas de viento eran variables (a veces demasiado fuertes, llegando a alcanzar temperaturas de más de 800°C), el experimento permitió hacer una aproximación a la eficacia de cada una de estas técnicas y del efecto de aplicarlas sobre distintas petrologías, con o sin impurezas (Tabla 3). En este caso la eficacia del tratamiento se ha determinado tras un testado de la calidad de la muestra calentada de cara a la talla por comparación con las mismas muestras no calentadas. Consideramos exitoso el tratamiento que permite realizar series de talla por presión, hecho éste que no era posible antes de su tratamiento en ningún material de la muestra salvo en el ópalo. Consideramos el tratamiento como no exitoso o fracaso cuando aparecen craquelados, fisuras y fragmentación que impida usar el soporte en su integridad para un proceso de talla posterior.

Sobre las hipótesis planteadas se pudo concluir que: 1) el tratamiento térmico no afecta solo a las rocas criptocristalinas, ya que en el caso de las cuarcitas, cuya estructura no es criptocristalina, se puede observar una cierta mejora en sus propiedades de cara a la

talla. Otros materiales como el ópalo (microcristalina) mostraron siempre un resultado negativo. 2) Las impurezas como el córtex no siempre afectan negativamente en el tratamiento térmico; no obstante, cuando dicho córtex presenta ópalo, como se pudo observar en el experimento anterior, sistemáticamente provoca un resultado negativo en el tratamiento térmico. 3) El aislamiento con capa de arena no es la única técnica exitosa en el tratamiento térmico, aunque ciertamente es la técnica que permite un mejor control. No obstante, otras técnicas pueden resultar parcialmente exitosas, como la cocción en recipiente cerámico con serrín o la exposición a temperaturas bajas, si bien esta última técnica es más adecuada en aquellas rocas de elevada tenacidad como el sílex (pedernal) blanco o la cuarcita.

Tratamiento térmico y MP		Muestras de materia prima						
		1	2	3	4	5	6	7
Técnica de tratamiento térmico	A	□	□	□	□	□	□	□
	B	●	●	●	□	□	□	□
	C	●	●	●	●	□	●	□
	D	□	□	□	□	□	□	□
	E	●	●	●	●	□	●	□

Tabla 3: Tratamiento térmico y materia prima. Muestras de materias primas e impurezas a calentar: 1) cuarcita 2) sílex Brihuega sin córtex 3) sílex Brihuega con córtex 4) sílex Madrid sin córtex 5) sílex Madrid con córtex 6) sílex Bergerac (sin córtex) 7) ópalo. Técnicas de cocción: A) Sin protección fuego alta intensidad B) Sin protección baja intensidad C) cerámica con serrín D) pella E) enterrado en arena. Tratamiento eficaz (●) o ineficaz (□)

### 3.3- Un caso de experimento cuantitativo: La preparación de cornisa y facetado con micro-reflejados en el yacimiento solutrense de Las Delicias (Madrid)

Por último presentamos un ejemplo de experimento cuantitativo con alto control de variables: el caso de estudio mediante experimentación de la técnica especial de los micro-reflejados en la producción de foliáceas del yacimiento solutrense de las Delicias (Madrid). La reciente re-excavación del yacimiento de Las Delicias (Madrid) ha proporcionado nuevas dataciones y restos de industria lítica que permiten adscribir sus niveles arqueológicos a una cronología solutrense. En concreto se han identificado dos sectores con industria lítica en los que predominan subproductos relacionados con la configuración de puntas bifaciales de tipo hoja de laurel, además de otros elementos de producción laminar y algunos útiles expeditivos de tipo Paleolítico superior (Alcaraz-Castaño et al, 2012, en prensa).

Entre las lascas obtenidas en el proceso de excavación se identificaron 88 correspondientes a procesos de reducción bifacial en el Sector I (6,4% de este conjunto)

y 31 en el Sector II (3,4%). Estas lascas de reducción bifacial fueron clasificadas como tales cuando presentan al menos 3 de los siguientes atributos y estigmas: (1) abrasión del talón (2) talón con labio (3) relación espesor/anchura inferior a 0,2 (4) talón diedro o facetado, (5) más de 3 negativos en la cara dorsal, especialmente cuando existan direcciones opuestas (Alcaraz-Castaño et al. en prensa: table 3). La observación inicial que nos condujo a plantear el estudio experimental fue constatar que en muchas de estas lascas de reducción bifacial existen o bien en el talón, o bien en la cornisa, o bien en ambas áreas, series de micro-negativos reflejados (12,5% de los talones y 20,8% de las cornisas en el sector I; 20,7% de los talones y 24,1% de las cornisas en Sector II). Ante ello, propusimos dos hipótesis relacionadas al respecto: (A) este tipo de negativos son intencionales y (B) este tipo de negativos representan una técnica especial de preparación del talón que produce un mayor control y eficacia en este tipo de extracciones (Cuartero et al., 2016). La determinación de técnica especial se hace *sensu* Inizan et al., (1995), como un conjunto de operaciones que determinan una ruptura especial, al igual que sucede con otras como la técnica del micro-buril o el *coup de tranchet*.

Para evaluar nuestras hipótesis realizamos una serie de experimentos en los que se controla el máximo número de variables, con el objetivo fundamental de averiguar cuál es el efecto de emplear esta técnica frente a un facetado *convencional* con extracciones convexas. Empleamos una técnica de control de variables individual con emparejamiento simultáneo (Bunge, 2000) en la que se considera como grupo de control (C) aquellas extracciones con una preparación de facetado convexo convencional frente a un grupo experimental (E) en el que se aplica el facetado a base de micro-reflejados (Tabla 3). En ambos casos, C y E, se emplea el mismo soporte para realizar las series de extracciones en bordes opuestos. A la hora de analizar las similitudes y diferencias de ambos grupos (E y C) se contrasta con los dos conjuntos arqueológicos (Sector I y II) la representatividad de los siguientes atributos: tipos de talón, accidentes generados, proporciones métricas (espesor/anchura y anchura/longitud), e índice de reducción del soporte (espesor de la lasca/espesor total de la foliácea) (Cuartero et al, 2016).

A pesar de ser aún preliminares, los experimentos realizados nos han permitido fijar una serie de parámetros a analizar en la muestra experimental y arqueológica. Los accidentes observados en el grupo de control (facetado convexo) son ligeramente más altos que los documentados con la técnica de facetado mediante micro-reflejados (imágenes 1 y 2). Así mismo, el repertorio de tipos de talón que se observa con la técnica

de preparación de micro-reflejados presenta un mayor paralelismo con los talones arqueológicos de ambos conjuntos (sectores I y II) (imagen 2). Aunque en el caso de los talones de facetado convexo puede aparecer algún micro-reflejado de forma accidental, su frecuencia es siempre menor que en el caso de su preparación intencional y también que en los dos conjuntos arqueológicos (imagen 2). Con respecto a la reducción del espesor (índice de adelgazamiento) aunque los valores entre ambas técnicas resultan similares se observa una cierta tendencia a un menor espesor relativo en las lascas de configuración bifacial con la técnica de micro-reflejado (imagen 2). Por todo ello, concluimos que la preparación intencional de los micro-reflejados permite un mayor control en las extracciones y genera menos accidentes de difícil corrección.

Identificador experimento	Peso (en gr)	Longitud (en mm)	Ancho (mm)	Grosor (mm)	Número de lascas (facetado convexo)	Número de lascas (facetado micro-reflejado)
D.2.A.1	190	129	57	22	5	5
D.2.A.2	161	120	55	20	4	4
D.2.A.3	78	86	45	18	3	3
D.2.B.1	144	113	56	17	4	4
D.2.B.2	108	105	55	17	4	4
D.2.B.3	82	88	48	16	3	3

Tabla 4: Control de la muestra con técnica individual de emparejamiento simultáneo: por cada muestra experimental en la que se aplica la técnica especial de micro-reflejado (E) se aplica una serie similar de extracciones en la misma preforma con facetado convexo (C). Se intenta mostrar el efecto sobre dos materias primas distintas (A y B) y en tamaños distintos de preforma que tienen su equivalente (aproximado) en cada materia prima

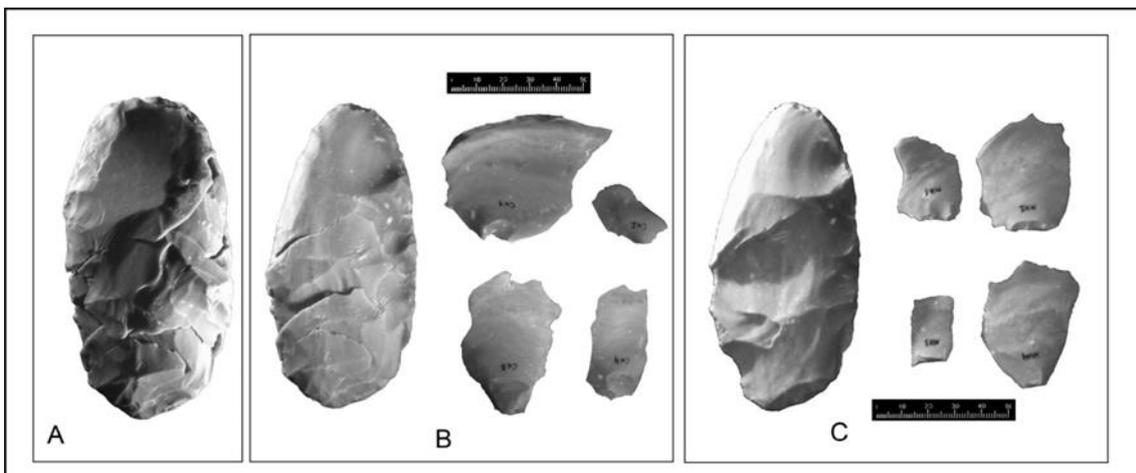


Imagen 1: Foliácea D.2.B.1 – A) serie de lascas remontada (forma original) B) Serie de extracciones con talón facetado convexo desde el borde lateral izquierdo. C) serie de extracciones con micro-reflejado desde el borde lateral derecho. Obsérvese el sobreapasado generado en B. Escala: 5 cm.

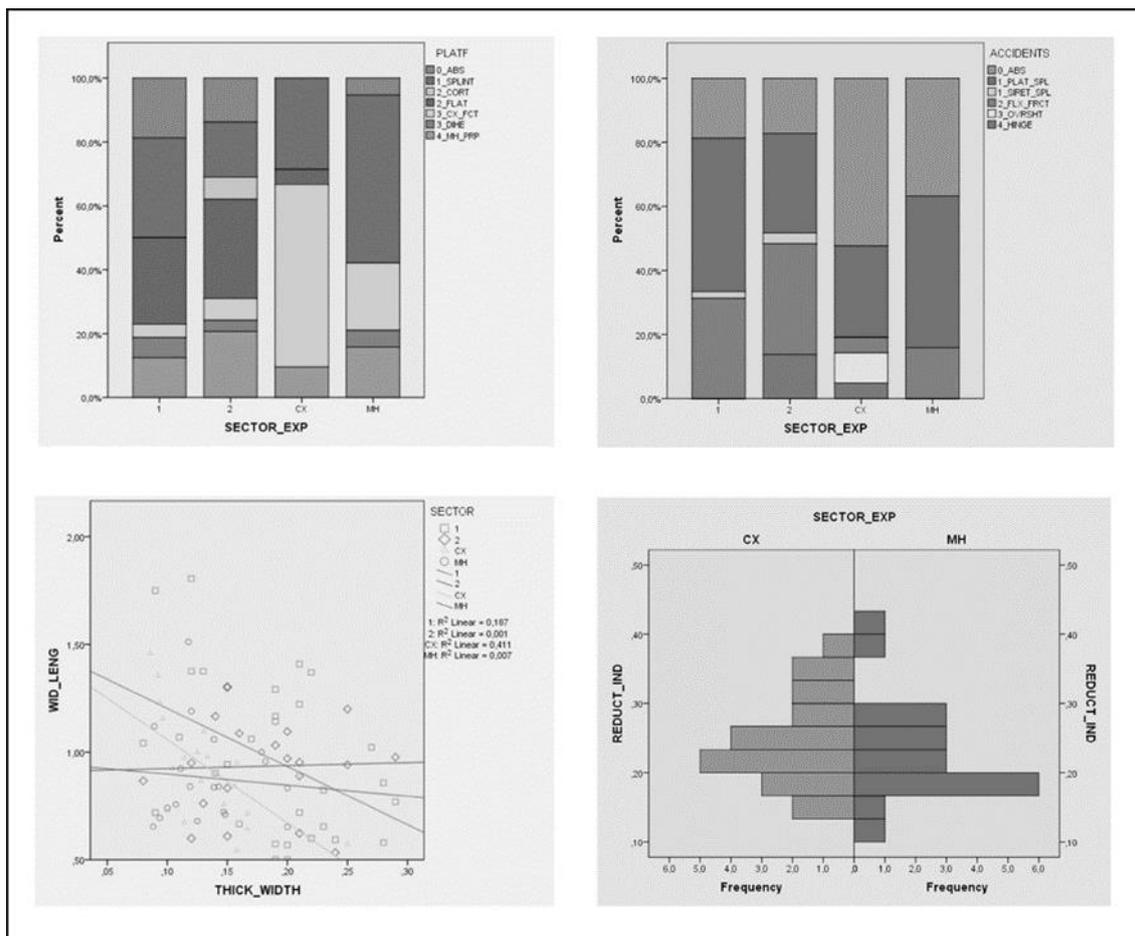


Imagen 2: Gráficas empleadas para mostrar las similitudes y diferencias en términos cuantitativos entre el grupo de experimentos con talón micro-reflejado (MH), convexo (CX) y los dos conjuntos arqueológicos de Las Delicias: Sector I (1) y II (2). Se evalúa la representatividad de los tipos de talones (arriba, izquierda), accidentes (arriba, derecha), relaciones espesor/anchura y anchura/longitud (abajo, izquierda) e índice de adelgazamiento (grosor de la lasca de configuración bifacial/grosor total de la foliácea) (abajo, derecha)

#### 4- Discusión: sobre la relevancia y la contrastación de los datos generados en experimentos sobre tecnología lítica

Todo experimento, y en general toda fuente de información o de conocimiento científico, debe tener al menos dos pilares fundamentales: la susceptibilidad de ser contrastado y la relevancia. Creemos que la mejor manera de hacer experimentos precisos y verificables implica un alto control de variables, y a ser posible, un registro cuantitativo de las mismas. Sólo así la experimentación puede ser fácilmente contrastable y reproducible. Sin la capacidad de verificación los experimentos quedan como meras observaciones cualitativas que pueden llevar a generalizaciones poco precisas o inducir a error. Al mismo tiempo, es fundamental sopesar la relevancia del experimento antes de que éste sea abordado. De lo contrario podemos estar constatando hechos o incluso

correlaciones claras entre variables más o menos aisladas sin saber explicar los fenómenos que las vinculan o no llegar a comprender la importancia de un determinado fenómeno (Bunge, 2000). Gracias a estos dos pilares fundamentales el conocimiento obtenido a través de los experimentos puede ser falible y por tanto perfectible.

**4.1- Sobre la relevancia de los datos obtenidos en la experimentación** → Los experimentos realizados no siempre permiten explicar las razones por las que se produce un cambio en la tecnología (para lo cual hay que barajar amplios conjuntos de datos especialmente relacionados con el contexto: medio, estrategias de aprovechamiento del mismo, aspectos sociales e ideológicos, entre otros) pero sí que permiten al menos entender algunas de sus claves intrínsecas, aportando así datos empíricos interesantes sobre algunas cuestiones. En el caso de Parque Darwin o Las Delicias se valora la intencionalidad o no de algunos atributos técnicos. El aspecto arcaizante de las industrias macrolíticas del Mesolítico debe ser reevaluado como un cambio hacia la especialización en ciertos útiles que no son en absoluto ineficaces en comparación con los de otras facies o momentos anteriores. Los reflejados sobre el talón o cornisa de las lascas de configuración bifacial en Las Delicias se han mostrado como una técnica especial de preparación que es eficaz, y por tanto no hay que entenderlos como el reflejo de un bajo nivel de tecnicidad. La técnica de percusión documentada en el nivel IV de Dmanisi resulta eficaz para aprovechar cualquier tipo de roca que tenga una fractura concoidea, aunque esta sea muy tenaz o de grano grueso, por lo que los primeros homínidos que salieron de África pudieron conseguir con esta técnica una adaptación a una amplia variedad de paisajes litológicos. Si en momentos algo más avanzados se cambió la técnica de percusión seguramente no fue porque ésta no funcionara, sino porque se dio una mejor selección de las materias primas y un mejor aprovechamiento de las mismas, lo cual puede estar relacionado con un cambio en los objetivos funcionales de la producción y con estrategias diferentes de aprovechamiento del medio. En todo caso esto último debe ser evidentemente contrastado con las estrategias de aprovechamiento de la fauna y otros recursos.

**4.2- Sobre la contrastación, falibilidad y perfectibilidad de los datos empíricos generados** → La experimentación en torno al tratamiento térmico de rocas aptas para la talla es de hecho una contrastación de experimentaciones anteriores (Wadley y Prinsloo, 2014; Schmidt, 2015), que a pesar de ser registradas en nuestro caso con menor control de variables, han permitido confirmar a grandes rasgos muchas de las

observaciones previas. En el caso de los otros experimentos, realizados *ex novo*, deberán ser otros investigadores o nuestros futuros trabajos los que, mediante la replicación de los experimentos realizados, permitan confirmar o refutar las observaciones preliminares planteadas. No obstante, algunas de las experimentaciones realizadas deberán ser ampliadas y mejoradas, en algunos casos (Dmanisi y Parque Darwin) mediante una mayor cuantificación. Sólo en el caso de Las Delicias, en el que se presenta un alto control de variables, se ha propuesto una vía eficaz de contrastación futura. A pesar de que este experimento no es todo lo concluyente que cabría desear, es de esperar que los experimentos futuros, realizados bien mediante las vías propuestas, bien mediante otras, consigan depurar nuestras observaciones preliminares.

## REFERENCIAS

ALCARAZ-CASTAÑO, M., LÓPEZ-RECIO, M., TAPIAS, F., CUARTERO, F., BAENA, J., RUIZ-ZAPATA, B., MORÍN, J., PÉREZ-GONZÁLEZ, A., SANTONJA, M. (2015; in press): “The human settlement of Central Iberia during MIS 2: New technological, chronological and environmental data from the Solutrean workshop of Las Delicias (Manzanares River valley, Spain)”. *Quaternary International*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2015.06.069>

BAENA PREYSLER, J. Y TERRADAS BATLLE, X. (2005): “¿Por qué experimentar en Arqueología?” *Actas de los XV Cursos monográficos sobre el patrimonio histórico* (Reinosa, julio 2004): 141-160

BOIX CALBET, J. (2012): “El tratamiento térmico en rocas silíceas, un procedimiento técnico para la talla”. *Trabajos de Prehistoria*, 69 (1): 37-50.

BUNGE, M. (2000): *La investigación científica: su estrategia y su filosofía*. Siglo XXI.

CALLAHAN, E. (1995): “What is experimental Archaeology?” *Primitive Technology Newsletter*, 3-5:1

COLES, J.M. (1979): *Experimental Archaeology*. Academic Press. London.

COTTERELL, B., & KAMMINGA, J. (1987). “The formation of flakes”. *American Antiquity*, 52(4): 675-708.

CRABTREE, D. E. & BUTLER, R. (1964): "Notes on Experiments in Flint Knapping: 1. Heat treatment of silica materials". *Tebiwa*, 7(1): 1-6.

CUARTERO, F., ALCARAZ-CASTAÑO, BAENA J., LÓPEZ-RECIO M., SANTONJA M. (2016): "The Micro-hinge Facetting at the Solutrean Site of Las Delicias (Madrid, Spain): a Special Technique for the Preparation of Platforms in Bifacial Reduction". Poster· September 2016. *Conference: 6th Annual Meeting of the European Society for the study of Human Evolution*. 14-17 September 2016 MADRID / SPAIN

CUARTERO MONTEAGUDO, F. (2012): "Sobre los "Rabots" o cepillos del mesolítico de muescas y denticulados: gesto de utilización e implicaciones tecnológicas". *Boletín de Arqueología Experimental*, (9).

CUARTERO MONTEAGUDO, F. (2014): *Percutores y retocadores: Interpretación de comportamientos técnicos en el Paleolítico medio peninsular desde el análisis del instrumental del tallador*. Tesis doctoral. UAM. Inédita

DIBBLE, H. L., & REZEK, Z. (2009): "Introducing a new experimental design for controlled studies of flake formation: results for exterior platform angle, platform depth, angle of blow, velocity, and force". *Journal of Archaeological Science*, 36(9): 1945-1954.

DOMANSKI, M., & WEBB, J. A. (1992): "Effect of heat treatment on siliceous rocks used in prehistoric lithic technology". *Journal of Archaeological Science*, 19(6): 601-614.

FAULKNER, A. (1972). *Mechanical principles of flintworking* (Doctoral dissertation, Washington State University.).

FERRING, R., OMS, O., AGUSTÍ, J., BERNA, F., NIORADZE, M., SHELIA, T., TAPPEN, M., VEKUA, A., ZHVANIA, D., & LORDKIPANIDZE, D. (2011): "Earliest human occupations at Dmanisi (Georgian Caucasus) dated to 1.85–1.78 Ma". *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(26): 10432-10436.

GABUNIA, L., ANTÓN, S.C., LORDKIPANIDZE, D., VEKUA, A., JUSTUS, A., SWISHER, C.C., 2001. "Dmanisi and dispersal". *Evolutionary Anthropology* 10(5): 158 - 170.

INIZAN, M. L., & TIXIER, J. (2000): “L'émergence des arts du feu: le traitement thermique des roches siliceuses”. *Paléorient*, 23-36.

INIZAN, M. L., REDURON-BALLINGER, M., ROCHE, H., & TIXIER, J. (1995): *Technologie de la pierre taillée. (Préhistoire de la pierre taillée, 4)*. Meudon : C.R.E.P.

LACAVE HERNÁNDEZ, A. (2015): *Experimentación en Arqueología*. TFG – Universidad de la Laguna

MATHIEU, J. R. (2002): “Introduction”. In: J. R. Mathieu (ed.), *Experimental archaeology. Replicating past objects, behaviours, and processes*. BAR INT 1035. Oxford, 1-12

MERCIECA, A., & HISCOCK, P. (2008): “Experimental insights into alternative strategies of lithic heat treatment”. *Journal of Archaeological Science*, 35(9): 2634-2639.

MORGADO, A.; BAENA, J. (2011): “Experimentación, Arqueología Experimental y experiencia del pasado en la Arqueología actual”. En A. MORGADO, J. BAENA, D. GARCÍA (Eds.): *La investigación experimental aplicada a la arqueología*. Departamento de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada: pp. 21-27.

NAMI, H.G. (2011): “Reflexiones epistemológicas sobre Arqueología y tecnología lítica experimental”. En A. MORGADO, J. BAENA, D. GARCÍA (Eds.): *La investigación experimental aplicada a la arqueología*. Departamento de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada: pp. 37-43.

PELEGRIN, J. (2000). “Les techniques de débitage laminaire au Tardiglaciaire: critères de diagnose et quelques réflexions”. *L'Europe Centrale et Septentrionale au Tardiglaciaire. Confrontation des modèles régionaux*, 7: 73-86.

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*

POPPER, K. (1934): *The Logic of Scientific Discovery*. London. Hutchinson, 1959.

RISCO ZORITA, A. (2010): “La pieza 1304, propuesta de análisis de la industria macrolítica”. *Boletín De Arqueología Experimental* 8.

SANTACANA, J. (2013): “La Arqueología experimental: Luces y Sombras”.  
<https://didcticadelpatrimonicultural.blogspot.com.es/2013/12/la-arqueologia-experimental-luces-y.html> Publicado: 13th December 2013. Fecha de consulta: 20/10/2016

SCHMIDT, P., PORRAZ, G., BELLOT-GURLET, L., FEBRUARY, E., LIGOUIS, B., PARIS, C., TEXIER, J.-P., PARKINGTON, J. E., MILLER, C. E., NICKEL, K. G., & CONARD, N. J. (2015): “A previously undescribed organic residue sheds light on heat treatment in the Middle Stone Age”. *Journal of Human Evolution*, 85: 22-34.

WADLEY, L., & PRINSLOO, L. C. (2014): “Experimental heat treatment of silcrete implies analogical reasoning in the Middle Stone Age”. *Journal of Human Evolution*, 70: 49-60.

# **TOMA DE MEDIDAS USANDO FOTOGRAFÍAS DIGITALES. REPASO EXPERIMENTAL A PROCEDIMIENTOS EXISTENTES, POSIBLES FUENTES DE ERROR, REPRODUCTIVIDAD DEL MÉTODO Y USOS POTENCIALES**

Taking measures using digital photographs. An experimental review of existing procedures, possible error sources, replicability of the method and potential uses

Guillermo Bustos-Pérez<sup>1</sup>

Fecha recepción: 28/11/2016  
Fecha aceptación: 16/12/2016

## **RESUMEN**

El uso de medios digitales para el análisis arqueológico está a la orden del día. Un ejemplo es el uso de fotografías digitales para la obtención de medidas en diferentes objetos. Se presenta aquí un repaso al procedimiento de medida de filos en lascas publicado por Eren et al., (2008), una experiencia de reproductividad del método, y una ampliación experimental de sus potenciales usos para el análisis de industria lítica. Los resultados muestran que se trata de un procedimiento relativamente rápido, accesible con una mínima inversión en software y hardware, y con una alta fiabilidad en la obtención de datos.

**Palabras clave:** análisis de industria lítica; fotografía digital; metodología; reproductividad; arqueología experimental

## **ABSTRACT**

The use of digital resources for archaeological analysis is at the order of the day. Digital photographs constitute a good example of how precise measures can be obtained. A review of Eren's et al., (2008) procedure for measuring edge length is provided along with an experience of data replicability, and an experimental extension of possible

---

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Madrid, Dept. de Prehistoria y Arqueología Campus Cantoblanco, 28049 Madrid, Spain. Email: guillermo.bustos@predoc.uam.es

applications for the analysis of lithic industry. Results show that the procedure provides reliable and precise data with a low investment of hardware, software and time.

**Key words:** lithic analysis; digital photography; methodology; reproductivity; experimental archaeology

## 1. INTRODUCCIÓN

Una de las preocupaciones inherentes a la actividad científica es la fiabilidad y precisión de la toma de datos. Esta preocupación ha estado presente de manera implícita en los estudios arqueológicos. En la actualidad, la proliferación de medios digitales y su mayor accesibilidad al campo de la arqueología ha posibilitado una medición más precisa y fiable de las variables que componen los objetos. Un ejemplo de la introducción de medios digitales para la toma de datos en arqueología es el análisis de la industria lítica de los grupos del paleolítico (Shott, 2014), donde la aplicación de escáneres digitales 3D ha permitido obtener representaciones completas y precisas de los materiales analizados (Grosman et al., 2008). También la aplicación de escáneres 3D ha permitido el desarrollo de cálculos inferenciales en la industria lítica, como es el cálculo del volumen perdido en un objeto retocado (Morales et al., 2013), la intensidad de explotación y volumen perdido en un núcleo o un bifaz (Clarkson, 2013; Shipton y Clarkson, 2015), e incluso el cálculo de proporción de córtex ausente y presente en un yacimiento (Lin et al., 2010). Es de señalar, que aunque el escaneo 3D constituye una herramienta muy útil y potente, de ella se derivan problemas con respecto a su accesibilidad (costes de software y hardware) y costes de tiempo (dependiendo del modelo de escáner, el escaneo de un único objeto puede llegar a durar 40 minutos, a lo que es necesario sumar tiempo para el tratamiento de las imágenes 3D).

Estos inconvenientes en el escaneo 3D han dado lugar a que en muchos casos se busquen sistemas alternativos para la toma de datos concretos reduciendo los costes de tiempo, pero sin reducir la precisión y fiabilidad. Uno de estos ejemplos es la toma de medidas en objetos relativamente planos a través del uso de fotografías digitales.

## 2. PROCEDIMIENTO PARA LA TOMA DE MEDIDAS EN OBJETOS PLANOS

Tradicionalmente la toma de medidas de la longitud del filo en industria lítica del Paleolítico ha sido difícil de llevar a cabo debido a la naturaleza irregular de las lascas o

el deseo de suprimir partes (como son el talón, zonas corticales, zonas reflejadas, etc.). Algunos métodos planteados para la toma de esta medida han sido la suma de tramos del filo medidos a través de calibres digitales, o incluso el uso de un cordel o hilo alrededor del filo de la pieza para después medir el tramo en línea recta (Andrefsky, 2005; Dogandžić et al., 2015). La mayoría de estos métodos han caído en desuso debido a la dificultad de su aplicación o lo poco fiable de los resultados. En la actualidad uno de los sistemas más aplicados es el publicado por Eren et al., (2008), consistente en la combinación de fotografías digitales y programas de diseño gráfico vectorial (Eren et al., 2008; Brumm y McLaren, 2011; Bustos, 2014). En la publicación original de Eren et al., 2008 se emplea los programas Adobe Photoshop para el escalado de las fotografías y Adobe Illustrator para su descomposición y obtención de medidas (en este caso en lugar de Adobe Illustrator se ha empleado el programa de software libre Inkscape). A continuación se presenta una guía con los pasos indicados por Eren et al., (2008) para la toma de la longitud del perímetro de del filo de una lasca:

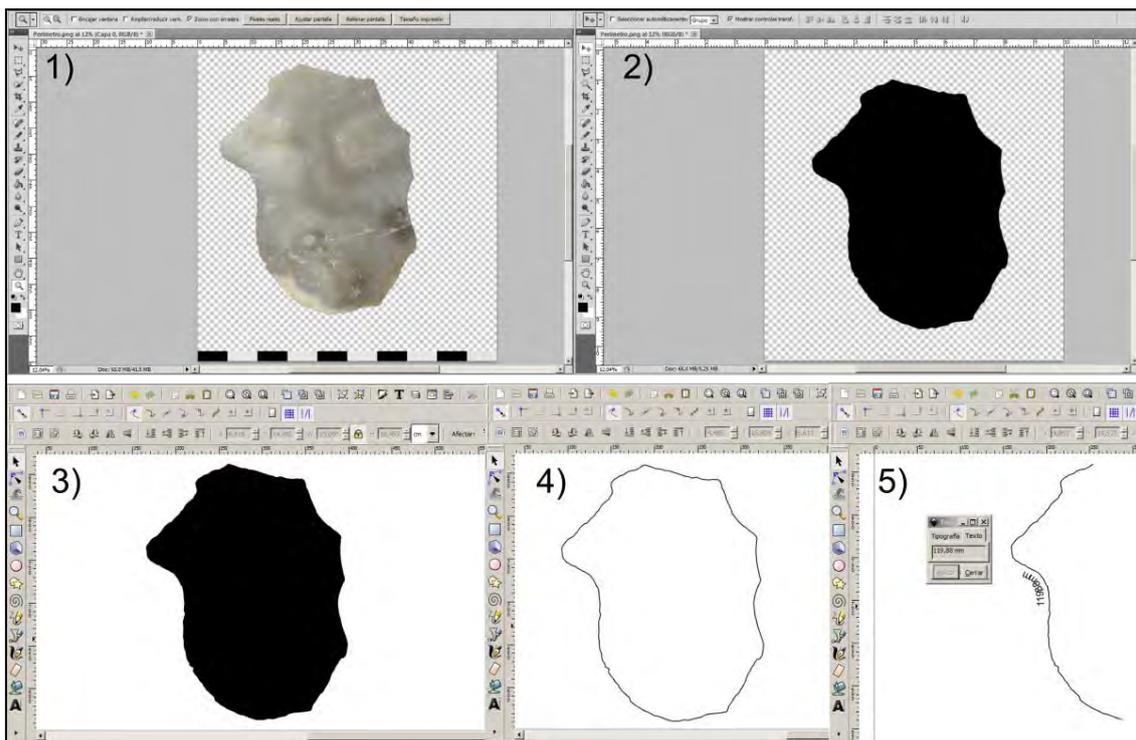


Fig. 1. Diferentes pasos para la obtención de medidas del filo. 1) Escalado de la imagen.  
1) Realizado de la fotografía de tal forma que objeto fotografiado y cámara estén en planos paralelos. La fotografía del objeto debe realizarse con una escala de referencia (para facilitar los siguientes pasos se recomienda que la escala sea mayor que el

- objeto) y con el objeto en una posición centrada, de tal forma que se evitan los errores de paralaje y distorsión del objetivo (McPherron y Dibble, 1999; Eren et al., 2008)
- 2) Abrir la imagen con Adobe Photoshop, y usando la herramienta “recortar”, ajustar el ancho de la imagen a la escala usada como referencia (Fig 1.1). En la opción “Imagen” seleccionar “Tamaño de imagen...” y adecuar las dimensiones a las de la escala. Se debe deseleccionar la opción “Remuestrear imagen” (*resample image must be unchecked*). Esto permite escalar la imagen, y reajusta los ratios de dimensiones horizontal y vertical de los pixeles.
  - 3) Usando la herramienta “barita mágica” (*magic wand*) seleccionar el fondo y borrar (también puede seleccionarse el contorno de la pieza con el lazo magnético (*magnetic lasso*) y recortar de la capa). Una vez eliminado el fondo, seleccionar “Imagen”, “Ajustes”, “Tono/Saturación”, y reducir la luminosidad al mínimo. De esta forma la imagen queda una silueta negra en un fondo claro (Fig 1.2). Guardar como archivo de imagen.
  - 4) Abrir Inkscape e importar el archivo de imagen. Asegurarse de que las dimensiones del archivo importado se corresponden con las dimensiones establecidas a través de la escala y Photoshop. En la opción “Trayecto” (*path*) seleccionar “Vectorizar mapa de bits” (*vectorize image*) (Fig. 1.3). De esta forma la silueta queda descompuesta en una serie de gráficos vectoriales que hacen manipulable su contorno e interior.
  - 5) Una vez obtenida la imagen vectorial, seleccionar la opción “sin relleno” y establecer el trazo (Fig. 1.4). De esta forma únicamente queda el perímetro de la silueta.
  - 6) Suprimir, si se desea, porciones del trayecto mediante la opción “romper el trayecto en los nodos seleccionados” (*break path*). Una vez obtenido el trayecto deseado seleccionar “Extensiones”, “Mostrar trayecto”, “Medir trayecto...” (“*extensions; show path; measure path*”) y seleccionar las unidades en las que desea que el trayecto sea medido. El resultado se mostrara en la pantalla (Fig. 1.5).

### 3. POTENCIALES FUENTES DE ERROR EN LA TOMA DE MEDIDAS

A la hora de aplicar este sistema de medición, es importante tener en cuenta los procesos de distorsión generados por el uso de fotografías digitales (McPherron y Dibble, 1999; Eren et al., 2008). El primero es la distorsión por paralaje. Es decir, cuando un objeto no está centrado en el objetivo de la cámara se genera una distorsión por la

percepción de la posición del objeto. La paralaje va acompañada de la distorsión generada por las lentes, ya que el objetivo de una cámara tiende a curvar las líneas de un objeto en los laterales de la imagen tomada. Estas dos distorsiones pueden ser superadas al posicionar el objeto a fotografiar en la parte central de la fotografía tomada (Eren et al., 2008). Otra distorsión que se debe tener en cuenta es el ratio anchura/altura de los píxeles, ya que dos longitudes iguales, pero perpendiculares pueden estar representadas por diferente cantidad de píxeles. Esta distorsión es importante, pero puede ser solucionada escalando adecuadamente la fotografía.

Por último es importante tener en cuenta una posible diferencia de altura entre escala y la superficie a fotografiar. Esta distorsión da lugar a que objetos más bajos se perciban como más pequeños, sobredimensionando los que están a una altura mayor. En el caso de objetos planos, como las lascas, la diferencia de altura y la distorsión generadas son mínimas, pero en el caso de objetos volumétricos, como núcleos, la diferencia de altura puede dar lugar a una gran variación en las medidas (Fig. 2).

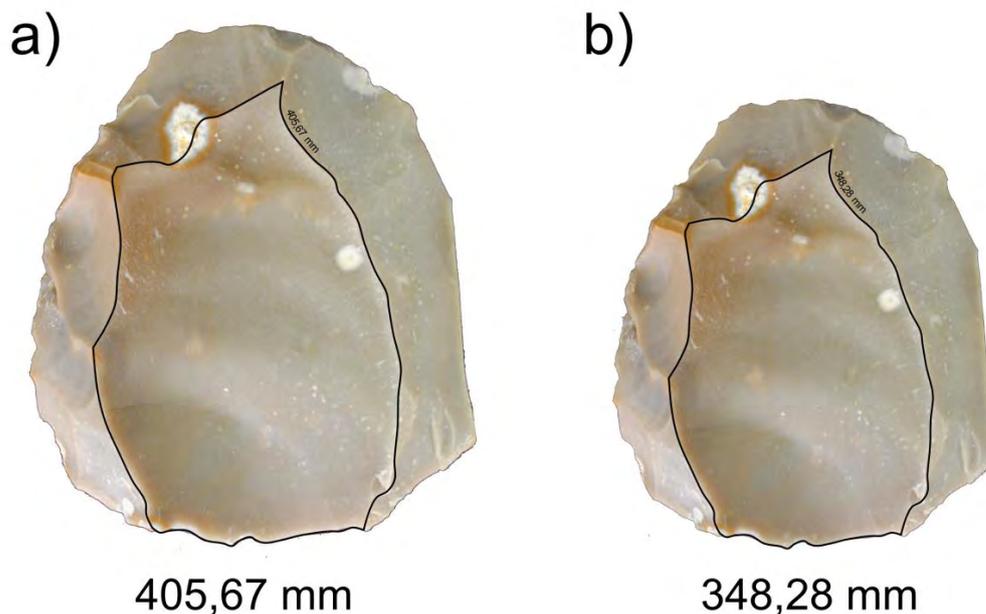


Fig 2. Medición del negativo de una extracción en el mismo núcleo. a) muestra como se sobredimensiona el tamaño del negativo al mantener la escala en la base; b) muestra escala la medida correcta al mantener escala y superficie de extracción en el mismo plano.

#### 4. REPRODUCTIVIDAD DEL MÉTODO

Para testar la reproductividad (capacidad de obtener los mismos valores entre diferentes observadores) del método se decidió llevar a cabo una experiencia a través de

cuatro estudiantes del Departamento de Prehistoria y Arqueología de la UAM (el nivel de formación variaba entre estudiantes de máster y estudiantes de doctorado, pero todos ellos familiarizados con el estudio de la industria lítica). Los estudiantes fueron instruidos en el procedimiento para descomponer vectorialmente las imágenes y obtener medidas a escala mediante el uso de fotografías digitales. Después, se les pidió que tomaran el perímetro (excluyendo el talón y zonas desbordantes) y la longitud del filo retocado en cinco piezas por la cara ventral y dorsal, y empleando siempre la misma cámara (Nikon D5100 DSLR). Durante la parte del proceso correspondiente a la toma de medidas se trabajó con la pieza en mano para minimizar errores. Al finalizar el procedimiento y la toma de medidas se preguntó a los participantes por una valoración de la experiencia.

**Tabla 2. Promedio de la desviación estandar (en mm) para cada uno de los tramos medidos (CV: cara ventral; CD: cara dorsal)**

	Perímetro filo CD	Perímetro filo CV	Long Filo ret CD	Long Filo ret CV
Desv. estandar	2,50	2,86	1,64	2,42

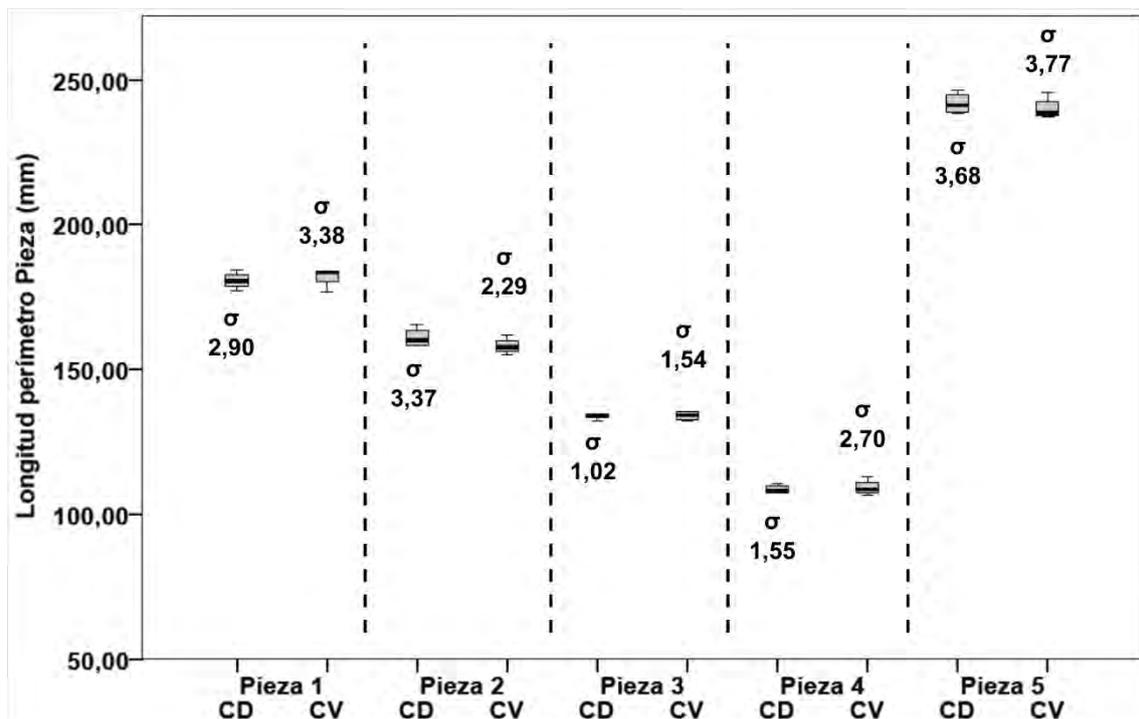


Figura 3. Diagrama de cajas que presenta las longitudes del perímetro de las piezas experimentales tomadas (en mm) según la cara dorsal (PCD) o la cara ventral (PCV) y la desviación estándar de las medidas.

La tabla 1 presenta el promedio de la desviación estándar en cm para cada uno de los tramos medidos, y las figuras 3 y 4 muestran los resultados de las medidas tomadas según la cara ventral o la dorsal y la desviación estándar para cada una de ellas. Esto permite obtener unas conclusiones preliminares:

- 1) A nivel general el método presenta una reproductividad muy elevada (el promedio de la desviación estándar no supera los 3 mm en ningún caso).
- 2) La reproductividad de los datos es mayor cuando se toman por la cara dorsal (ya sea para medir el perímetro de la pieza o la longitud del retoque). Los participantes observaron que la cara dorsal era mejor, ya que permite tener más puntos de referencia.
- 3) Se observó que la mayor parte de la variabilidad corresponde a la elección de tramos a suprimir por parte de los observadores.
- 4) El tiempo que se tarda en realizar el procedimiento para la toma de una de las medidas es variable. Personas sin experiencia en el manejo de software de tratamiento de imágenes y sin conocimiento previo del protocolo de toma de medidas pueden llegar a tardar 20 minutos, mientras que usuarios con experiencia en ambos campos tardan menos de 4 minutos.

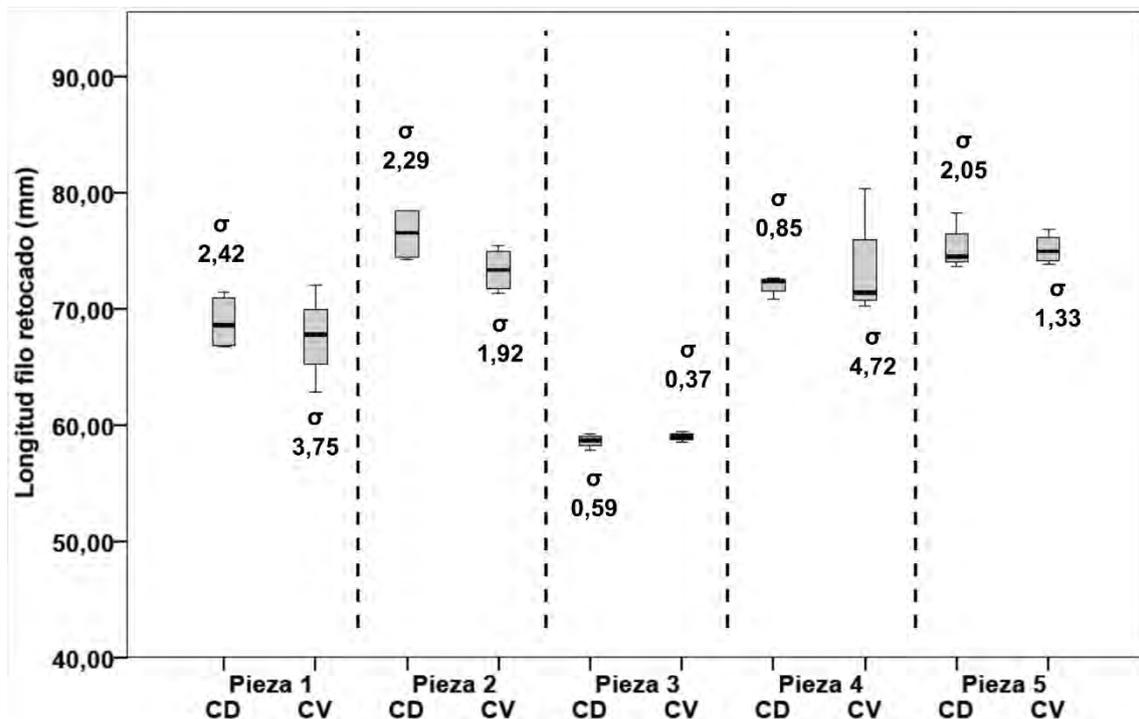


Figura 4. Diagrama de cajas que presenta las del retoque de las piezas experimentales tomadas (en mm) según la cara dorsal (PCD) o la cara ventral (PCV) y la desviación estándar de las medidas.

## 5. OTRAS APLICACIONES EN LA INDUSTRIA LÍTICA

La facilidad y rapidez de toma de medidas por medio de este procedimiento ha dado lugar a que proliferen aplicaciones en la toma de medidas. Se presentan dos de ellas:

- 1) *Calculo del porcentaje del filo retocado*: consistente en dividir la longitud del filo retocado por la longitud total del filo, excluyendo en esta última medida partes de la

pieza como el talón (Figura 5). Suele emplearse para testar correlaciones entre la extensión del retoque y la intensidad de este (Brumm y McLaren, 2011; Bustos 2014).

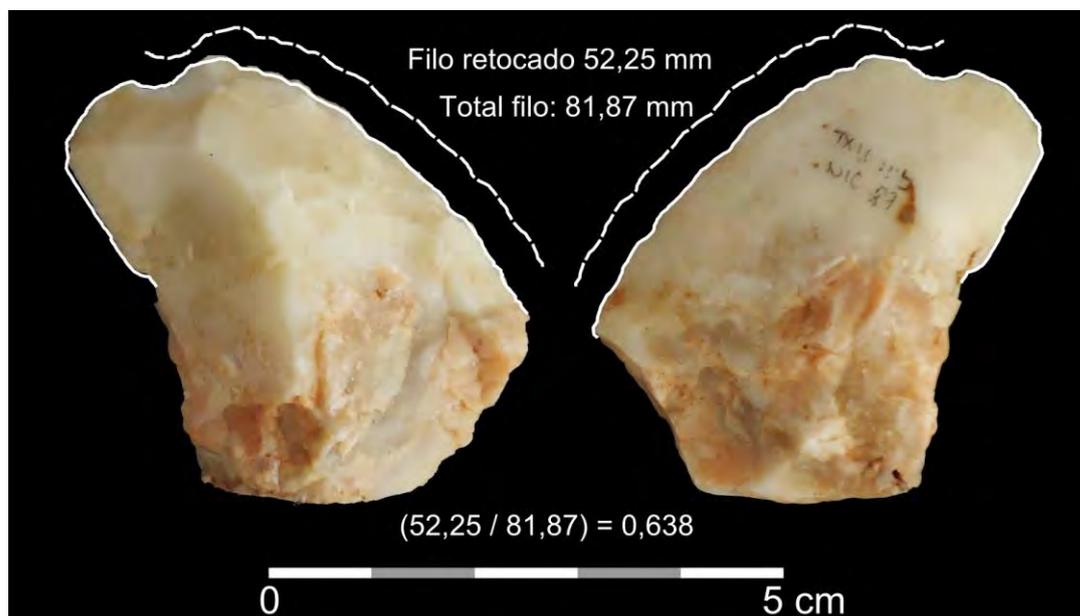


Fig. 5. Cálculo del porcentaje de filo retocado en una raedera (nivel IIIb de la Cova de Teixoneres). Sobre una fotografía digital se obtiene la longitud del filo retocado y el total del filo (excluyendo talón y zonas abruptas que no forman filo).

2) *Calculo de las dimensiones de la última extracción*: consistente en medir las dimensiones de la última extracción en un núcleo. Este procedimiento implica identificar correctamente la última extracción de un núcleo (Baena y Cuartero, 2006) y adecuar la posición del núcleo y del negativo para su fotografiado. Es de señalar que muchos núcleos presentan formas volumétricas (en las que la curvatura del negativo es considerable) en lugar de planas, lo cual será causa de un margen de error (es recomendable que el análisis de objetos y medidas volumétricas se realice a través de escáneres 3D). Para comprobar el grado de correlación entre las dimensiones tomadas para la última extracción de un núcleo y las dimensiones de una lasca por medio de fotografías digitales, se realizó una prueba experimental con nueve núcleos y ocho lascas, tomándose las dimensiones con y sin talón (todas las fotos fueron realizadas con una cámara Nikon D5100 DSLR). La Tabla 2 muestra el alto grado de correlación entre las dimensiones calculadas.

**Tabla 3 Prueba de distribución paramétrica y correlación entre dimensiones de negativos y lascas**

	<i>Negativos</i>	<i>Lascas</i>	<i>P (same)</i>	<i>Pearsons r</i>	<i>r<sup>2</sup></i>
<i>P(normal)</i>	0,1845	0,2802	< 0,001	0,981	0,963

## **6. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES**

En este artículo se ha presentado un repaso al procedimiento de Eren et al., (2008) para la toma de medidas en superficies planas empleando fotografías digitales, con especial atención a su aplicación para el estudio de la industria lítica de los grupos del Paleolítico. A su vez se ha realizado una experiencia sobre el grado de reproductividad del método y se han explorado otras aplicaciones de este procedimiento, como el cálculo del porcentaje del filo retocado, o el cálculo de las dimensiones del negativo de la última extracción en un núcleo. Este procedimiento es relativamente rápido, preciso y presenta un alto grado de reproductividad.

En este trabajo se ha prestado especial atención a la fiabilidad y reproductividad del método entre diferentes observadores. En muchos casos se emplean métodos cuantitativos para conocer o hacer inferencias sobre los modos de vida de los grupos del pasado. La preocupación sobre la reproductividad se plantea ya que si se hacen presunciones sobre los modos de vida de los grupos del pasado basado en medidas erróneas, lo más probable es que estas presunciones sean a su vez erróneas.

Este método se ve limitado por las propias características del objeto a fotografiar, ya que si la superficie fotografiada no presenta un carácter plano, la fiabilidad de los datos se ve comprometida. Para el análisis de objetos que presentan un carácter volumétrico (y por consiguiente un alto grado de curvatura) es preferible el uso de escáneres digitales que evitan la distorsión en la toma de medidas de objetos tridimensionales (Grosman et al., 2008; Clarkson, 2013).

## **7. AGRADECIMIENTOS**

El autor quisiera agradecer la colaboración en el desarrollo del artículo. Los materiales, equipamiento y espacio de trabajo empleados en este trabajo fueron proporcionados por el Laboratorio de Arqueología Experimental de la Universidad Autónoma de Madrid. El autor también quisiera agradecer a Sara Pérez, Paloma de la Sota y Carlos Pérez Sánchez su participación en la parte correspondiente a la reproductividad y variabilidad entre observadores. El autor también quisiera agradecer a Javier Baena sus comentarios, correcciones y tiempo dedicado, así como a los revisores por sus correcciones y cambios sugeridos.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

ANDREFSKY, W. (2005): *Lithics Macroscopic Approaches to Analysis*, Second edition. Cambridge: Cambridge University Press.

BAENA, J. & CUARTERO, F. (2006): “Más allá de la tipología lítica: lectura diacrítica y experimentación como claves para la reconstrucción del proceso tecnológico”. En Miscelánea en homenaje a Victoria Cabrera. *Zona Arqueológica*, vol. I eds. J. M. Maillo and E. Baquedano), pp. 144 - 161. Alcalá de Henares: Zona Arqueológica 7.

BRUMM, A. & MCLAREN, A. (2011): “Scraper reduction and “imposed form” at the Lower Palaeolithic site of High Lodge, England”. *Journal of Human Evolution*, 60: 185-204.

BUSTOS, G. (2014). *Análisis de los artefactos retocados del nivel III de Teixoneres (Moià, Barcelona): cruzando metodologías*, Trabajo de Fin de Máster no publicado. Universitat Rovira i Virgili.

CLARKSON, C. (2013): “Measuring core reduction using 3D flake scar density: a test case of changing core reduction at Klasies River Mouth, South Africa” *Journal of Archaeological Science*, 40: 4348-4357.

DOGANDŽIĆ, T., BRAUN, D. R. & MCPHERRON, S. P. (2015): “Edge Length and Surface Area of a Blank: Experimental Assessment of Measures, Size Predictions and Utility”. PLoS ONE, 10(9): e0133984.

EREN, M. I., GREENSPAN, A. & GARTH SAMPSON, C. (2008): “Are Upper Paleolithic blade cores more productive than Middle Paleolithic discoidal cores? A replication experiment” *Journal of Human Evolution*, 55: 952-961.

GROSMAN, L., SMIKT, O. & SMILANSKY, U. (2008): “On the application of 3-D scanning technology for the documentation and typology of lithic artifacts”. *Journal of Archaeological Science*, 35: 3101-3110.

LIN, S. C. H., DOUGLASS, M. J., HOLDAWAY, S. J. & FLOYD, B. (2010): “The application of 3D laser scanning technology to the assessment of ordinal and mechanical cortex quantification in lithic analysis”. *Journal of Archaeological Science*, 37: 694-702.

MCPHERRON, S. P. & DIBBLE, H. L. (1999): “Stone tool analysis using digitalized images: examples from the Lower and Middle Paleolithic”. *Lithic Technology*, 24(1): 38-52.

MORALES, J. I., LORENZO, C. & VERGÈS, J. M. (2013): “Measuring Retouch Intensity in Lithic Tools: A New Proposal Using 3D Scan Data”. *Journal of Archaeological Method and Theory*.

SHIPTON, C. & CLARKSON, C. (2015): “Flake scar density and handaxe reduction intensity”. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 2: 169-175.

SHOTT, M. J. (2014): “Digitizing archaeology: a subtle revolution in analysis”. *World Archaeology*, 46(1): 1-9.

# TO GRIP OR NOT TO GRIP: AN EXPERIMENTAL APPROACH FOR UNDERSTANDING THE USE OF PREHENSILE AREAS IN MOUSTERIAN TOOLS

Agarrar o no agarrar: una aproximación experimental para comprender el uso de áreas  
prehensiles en útiles Musterienses

Javier Baena Preysler<sup>1</sup>; Concepción Torres Navas<sup>1</sup>; Sara Pérez Díaz<sup>1</sup>; Guillermo Bustos-  
Pérez<sup>1</sup>; Francesca Romagnoli<sup>2</sup>

Fecha recepción: 05/12/2016

Fecha aceptación: 20/12/2016

## ABSTRACT

The existence of a more or less complex handling technology with the lithic tools during the Lower and Middle Paleolithic is an interesting topic for understanding aspects of the human behavior during these periods. In this work we present a preliminary experimental evaluation of the possible functionality of prehensile area in some of the most representative lithic types of the Mousterian assemblages (dorsal elements and levallois *chapeau de gendarme* proximal area), in which the morphological comparative analysis of imprints and prehensile tool areas, is compared by 3D analysis procedures. Preliminary results indicate that there is a close relationship between the digital grasp morphologie and the prehensile area of some Mousterian techno-types. We also discussed the relevance and significance of these provisional conclusions in the context of hunter gather communities.

**Key words:** Mousterian; experimental archaeology; lithic tools; gripping; hafting; 3D.

## RESUMEN

La existencia de una tecnología más o menos compleja en el manejo de los útiles líticos durante el Paleolítico Inferior y Medio es una clave interesante para conocer, en todas sus facetas, a los grupos humanos de estos periodos. En este trabajos presentamos una

---

<sup>1</sup> Dep. Prehistory and Archaeology. University Autónoma of Madrid. Campus Cantoblanco. 28049 Madrid-Spain Javier.Baena@uam.es

<sup>2</sup> Institut Català de Paleoecologia Humana i Evolució Social (IPHES) 43007 Tarragona – Spain; Area de Prehistoria, Universitat Rovira i Virgili (URV), Avinguda de Catalunya 35, 43002 Tarragona, Spain; Dipartimento di Storia, Archeologia, Geografia, Arte e Spettacolo, Università degli Studi di Firenze, Via S. Egidio 21, 50122 Firenze - Italy

evaluación experimental de carácter preliminar sobre el posible funcionamiento de las áreas prensiles de algunos de los tipos líticos más representativos de los conjuntos musterienses (elementos de dorso y talones Levallois de *chapeau de gendarme*) en la que el análisis morfológico de improntas en masillas y en útiles líticos se compara mediante procedimientos de análisis 3D. Los resultados preliminares indican que existe una estrecha relación entre las morfologías de presión digital y las áreas prensiles de algunos tecno-tipos musterienses. Igualmente discutimos qué significado pueden tener estas conclusiones provisionales.

**Palabras clave:** musteriense; arqueología experimental; útiles líticos; agarre; empuñadura; 3D.

## INTRODUCTION

Lithic tools are the most frequent and representative cultural expression of the human cultural evolution. In Pleistocene archaeological sites, frequently lithics are the only recognizable remains, and their study from different perspectives is the only way to approach past human behavior.

Among the lithic studies, the technological perspective has conceived lithic tools as a complex combination and interrelation of components. E. Boëda redefines the term 'tool' as an object consisting of three different and related parts (figure 2) - *partie préhensée, partie transmettrice* and *partie transformative*- (Boëda 2013; Frick and Herkert 2014) related with the concept of techno-functional units -*unités techno-fonctionnelles* (UTF)- (Boëda 1997). According to Boëda (2013 pp. 40-46), a tool has sense when a particular action operates in combination with three components: the tool itself, the mode of operation and the energy applied in the action. The final composition of the tool depends on cultural and functional variables that determine a wide variety of hafting models (figure 1).

Thus, the tools are structured into different (techno-) functional entities: a handle or prehensile area, the transformation part which corresponds to the active edge, and the transmitting part conceived as an intermediate section that drives the force from the handle to the transformation part (Boëda 1991, 1997, 2013; Lepot 1993).

In order to understand the technological process, it became of great importance the analysis of the morpho-potential properties of the prehensile areas of the lithic, final

products. In the present research we present a preliminary evaluation of some specific tool in which a direct hand handling procedure seem to have been applied. Implications about its significance are also discussed.

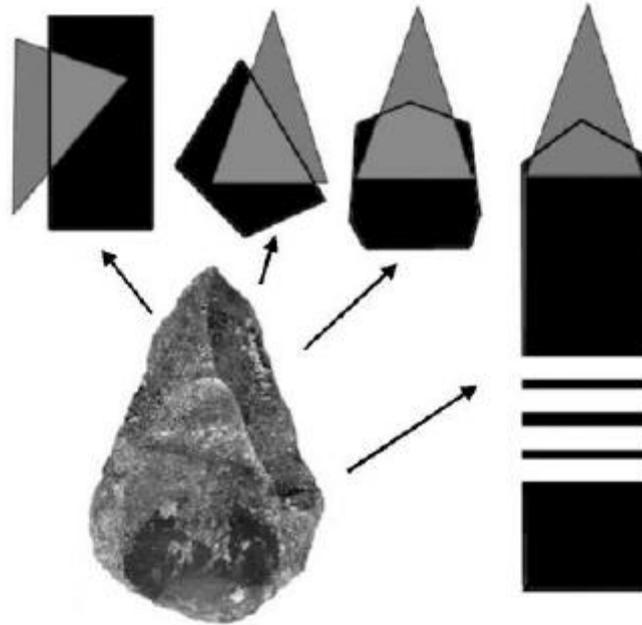


Figure 1. Examples of hafting possibilities of a Levallois point after Bonilauri 2010 (in Boëda 2013 fig. 7, p. 42)

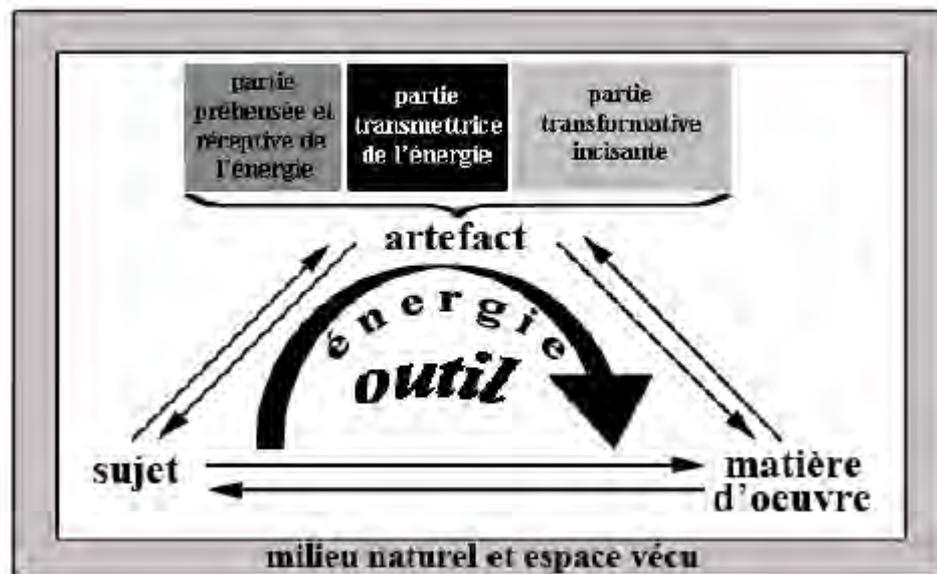


Figure 21. Examples of hafting possibilities of a Levallois point after Bonilauri 2010 (in Boëda 2013 fig. 7, pag 42)

In our study we will consider two main technotypes of the Middle Paleolithic in order to evaluate the character of the prehensile areas through a comparison between fixed

hafting and handling methods, and hand/finger gripping. We will also overview several handling methods to evaluate the potential use of each one in our case studies.

Hafting methods during Middle Paleolithic have been proposed on the basis of archaeological records from several Middle Paleolithic sites attesting the presence of different types of bitumen or glue products (Boëda et al. 1999; Koller et al. 2001; Grünberg 2002; Pawlik and Thissen 2011, Zipkin et al. 2014, etc.). In those cases, the existence of a handle (wood or organic materials) looks to have been aimed at increasing the efficiency of the tool.

However, hand use must have been frequently applied. We can hypothesize this option due to stress conditions, occasional uses, or cultural habits. The morphology of the prehensile area could affect the efficiency of the transmission of force during use (Boëda 2013) and, consequently, the specific products of human groups.

### **THE STUDY SAMPLE**

In this work, we pay special attention to some flake or tool morphologies and platform types that present a high degree of standardization in the Mousterian technical tradition. The first one is the *chapeau de gendarme* butt (figure 3 A). Defined by Bordes (1947), it presents a regular morphology both in plan and section, usually explained by the necessity to provide an accurate location of the impact during the knapping process: “the profile of this very distinctive butt should be looked at face-on; while this type of butt is common in Levallois *débitage* (for a good, preferential impact point), it occurs during every period, irrespective of the methods applied” (Inizan et al. 1999 pp.134). As stated by the authors, the creation of this morphology is not restricted to the Middle Paleolithic period. However, is extremely frequent within the Neanderthals productions.

It is one of the most representative morphological criteria present in the canonical Levallois production, and at the same time ensures the effectiveness of the percussion contact in precise parts of the core. However, for knapping accuracy, a convex surface is needed only on the horizontal surface of the core entering in contact with the hammer, while convexity along the perimeter of it is not necessary (the transversal section of the proximal part of the resulting product). The existence of this particular morphology must be also explained by some other reasons (cultural, functional, etc.).

The second classical type in Mousterian production is the *couteau à dos* (backed knife), that is a *débordante* flake with a cutting edge opposite to the prepared or not,

cortical back (Bordes 1961). The knife is frequently produced by the “orange slices” system or by backed flakes series, with a particular slightly twisted longitudinal profile, as the results of the presence of negatives in the dorsal surface, and a bulb in the ventral one (figure 3b).

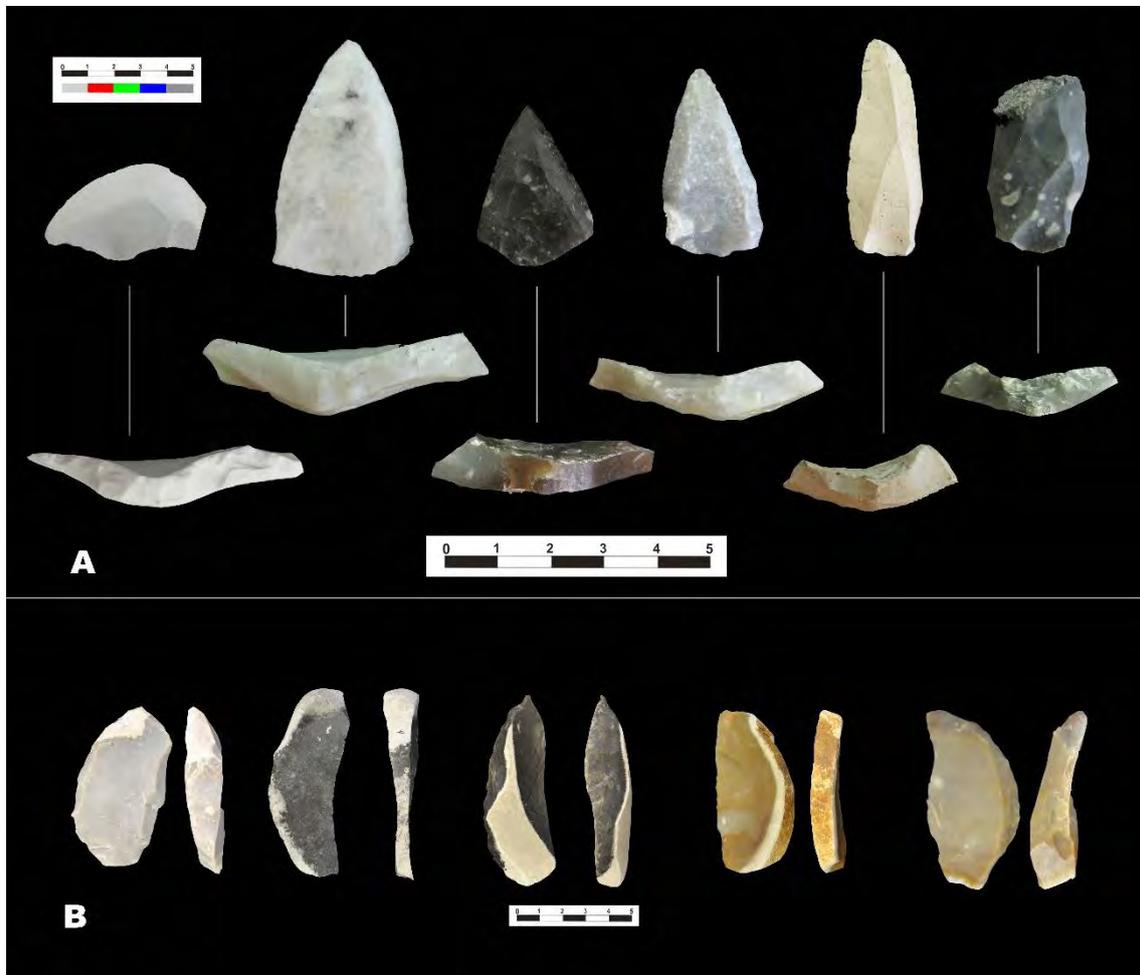


Figure 3. Experimental collection of replicas. A. levallois products with a classic chapeau de gendarme platform. B. backed knives.

Our contribution does not pretend to present an exhaustive study of the whole Mousterian collection, but to open an experimental perspective for a better understanding of the manipulative technologies of Neanderthal communities.

### TOOL HANDLES AND METHODS TO USE LITHIC TOOLS

Several handle methods have been documented in the ethnographic and archaeological record. Some of them are also used in our everyday life. The first consist in a two opposite vector direction system, in which two fingers, wood sections or other materials are applied in order to include the lithic element between them (figure 4, A1).

The cohesion of the shafts is produced by adhesives, ties, strings and/or by the composite character of the wood piece and the hand pressure (figure 4, A2).

Possible variations of this system consist in the application of three force vectors (two opposites and one lateral, figure 4, B), or in a multiple vector force application (figure 4, C1, C2, C3 and C4). In some cases the hafting is reinforced by using hides or strings in different locations of the tool. The gripping system could also be produced by the inclusion of fibers or tendons in the lithic tools by adding different types of glues or adhesives (figure 4, C1). The handle is produced by the inclusion of numerous layers of fibers and by gripping this mass. The result is a multiple force vector application system. The main inconvenience of this method is the limitation in the effective length of the handle.

It is also possible to standardize a wood or bone handle by curving the support into a specific morphology that can be easily adapted to the prehensile UTF of the lithic tool. The dimension of the lithic object is essential in order to obtain the maximum benefit developing the functional action, and to avoid the concurrence of ineffective parts of the tool (Carrión Santafé 2003). Examples of use of three force vectors are usually applied in opposite and perpendicular directions with or without cordages (figure 5, D1, D2 and D3).

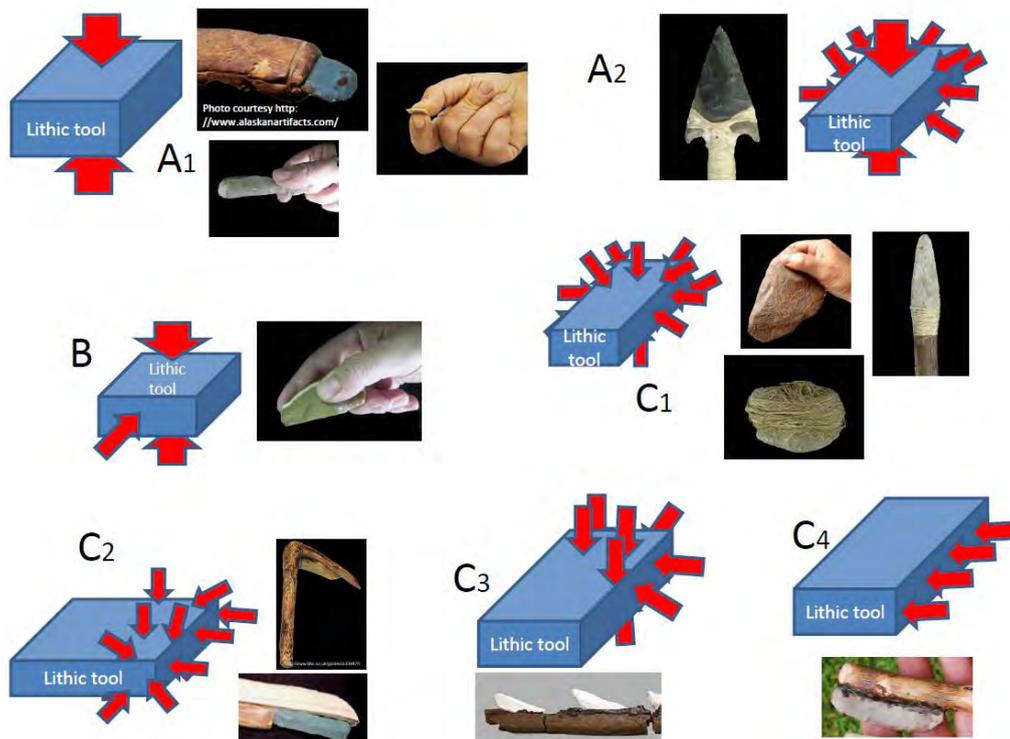


Figure 4. Gripping and hafting lithic tools systems. A. Two opposite vectors B. Three opposite and lateral vectors C. Multiple vector with variants.

Another variation is the case of the production of sockets or cavities in the stick or the support by taking advantage of a vector reaction force produce by the socket during the activity (figure 5, E1 and E2). A variation consists in a perpendicular orientation of the socket (figure 5, E3). A lateral two force reactions could also be applied by using particular shaft morphologies (figure 5, G1 and G2).

Finally, exists the triple gripping, in which aspects such as volume and morphology of the prehensile UTF of the lithic implement are essential. The relation of these attributes with the fingers or wood/bone gripping procedure strongly influences the efficacy of the tool use (figure 5, F).

In summary, there are several ways in which lithic tools could be handling and/or hafted. The simplification shows several prehensile models: the opposite vector or clamp system, the tripod system, the cover system, half cover with or without stop, the opposite resistance system, the hole systems, the ring or multiple rings systems, the back with or without stop systems, diagonal systems, etc. (figures 4 and 5). The use of glues, strings, fibers or simply hand gripping do not essentially change the vector compositions and thus, the prehensile UTF morphology needed for each one.

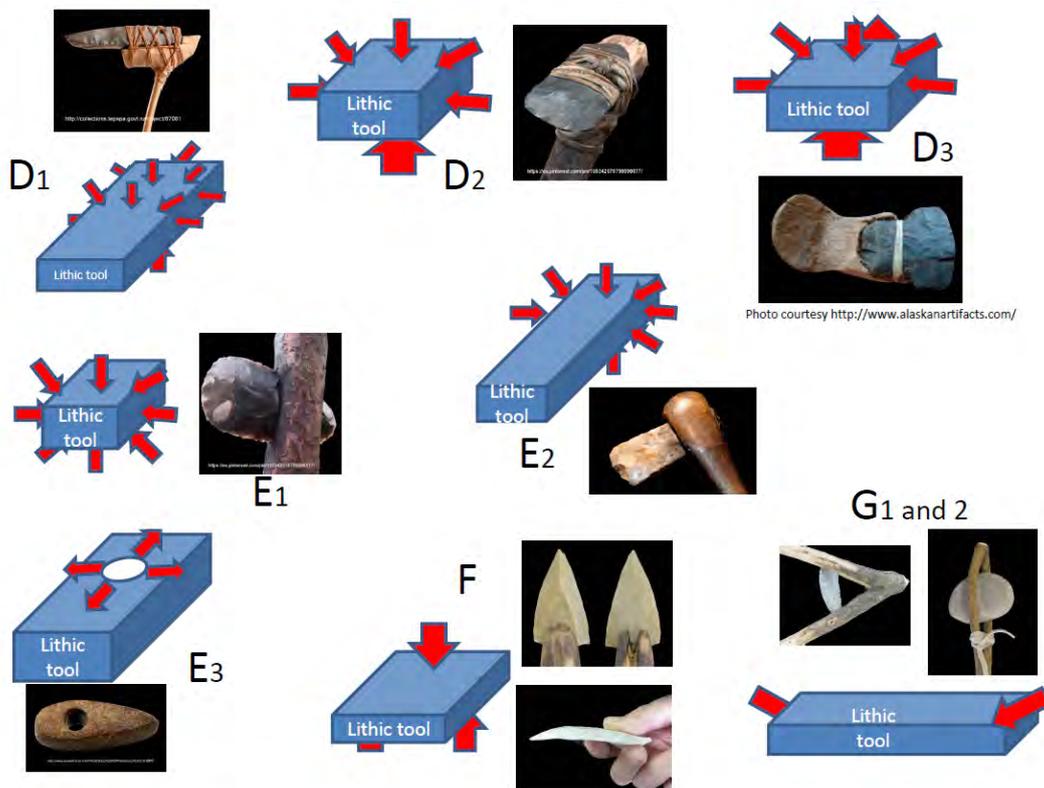


Figure 5. Gripping and hafting lithic tools systems. D. multiple vector with a main opposite one. E. Ring vectors with variants F. triple gripping vectors. G. Two opposite lateral vectors.

## EVALUATION OF COSTS (COST OF HANDLING AND USE EFFECTIVENESS)

There is no doubt about the importance of using handles or the use of a correct gripping system in relation with effectiveness and average production. The analysis of the prehensile UTF could provide a better analysis of the global human productivity. The problem is to evaluate what is better in terms of efficiency: to invest more efforts in producing a handle for a better final effectiveness, or, on the contrary, to avoid the production of handles (saving this invest of time and resources) although effectiveness in force application decreases.

The cost of using fixed armatures or handles (wood, bone, etc.) is arithmetic and even exponential due to the fact that Middle Paleolithic tools present multiple dimensional scales of the same morphology that need a single handle or a particular adaptation in each case. However, the application of handles always increases the efficiency of the tool. Experimental logic indicates that by gripping the tool with the hand, the volume and morphology of the prehensile UTF determine the working efficiency. In general, the more volume of the UTF is present in the tool, the bigger productiveness is obtained. Morphology is also important, as attested in the case of Quina sidescrapers whose supports are morphologically predetermined by specific *débitage* systems (Turq 1989; Bourguignon 1997). The adaptation of handles to the prehensile areas of these tools is quite complicate due to the triangular morphology of the back (Baena Preysler and Carrión Santafé 2010). The direct hand use of this volume seems to be the best (figure 4 and 5) in particular when de prehensile morphologies of the Quina sidescrapers presents a wide variation (Carrión Santafé 2003). Furthermore, variable small tools seem to have been used for detailed activities during the Middle (Rios Garaizar 2012) and probably even the Lower Paleolithic (Mazza et al. 2006; Alperson-Afil and Goren-Inbar 2016). The question that arises is if the adhesive technology is present during the Lower Paleolithic, because in the contrary the finger/hand griping could be deduced.

The direct use of the lithic tool by hand gripping provides a more versatile way to hold and use variable morphologies. The use of medium and small flakes implies the adaptation of the UTF to the griping mode. The relevant question is if the prehensile part is conceived and designed in a general predetermined way. Is it predetermined as well as the *transformative* and *transmitive* parts? Does the prehensile area of the tool have a standardized morphology in order to improve the gripping procedures?

## APPROACHING PREHENSILE MORPHOLOGIES IN MOUSTERIAN PRODUCTS USING 3D ANALYSIS.

The use of 3D technologies in lithic studies is not a recent subject (BIBLIO).topic. Several approaches have revealed the potentiality of its application (Grosman et al 2008). In this research we analyze the proximal area of Middle Paleolithic final products comparing it with the prehensile area of the hand gripping morphology obtained by negatives in molds. The analysis is based on the comparative analysis of the distances of the prehensile areas between lithic Mousterian morphologies and the gripping mold scans. We have produced different negative molds of finger gripping in modelling clay for a standard “natural backed knife” gripping (figure 6A) and a standard “Levallois flake” gripping (figure 6B). After that, we selected the proximal area of typical Levallois products: “Pucheuil”, Levallois flakes and Levallois points (Bordes 1961; Geneste 1985, 1988; Delagnes and Ropars 1996), and the prehensile area of standard natural backed knives (*couteau à dos naturel*). We scanned both the negative molds and the standard lithic tools in models of points with a high resolution 3D scan. We used a NextEngin 3D Portable Scanner with macro option, seven to eight rotations, and 10Ka points per square inches (HD quality) (figure 7 A and B).

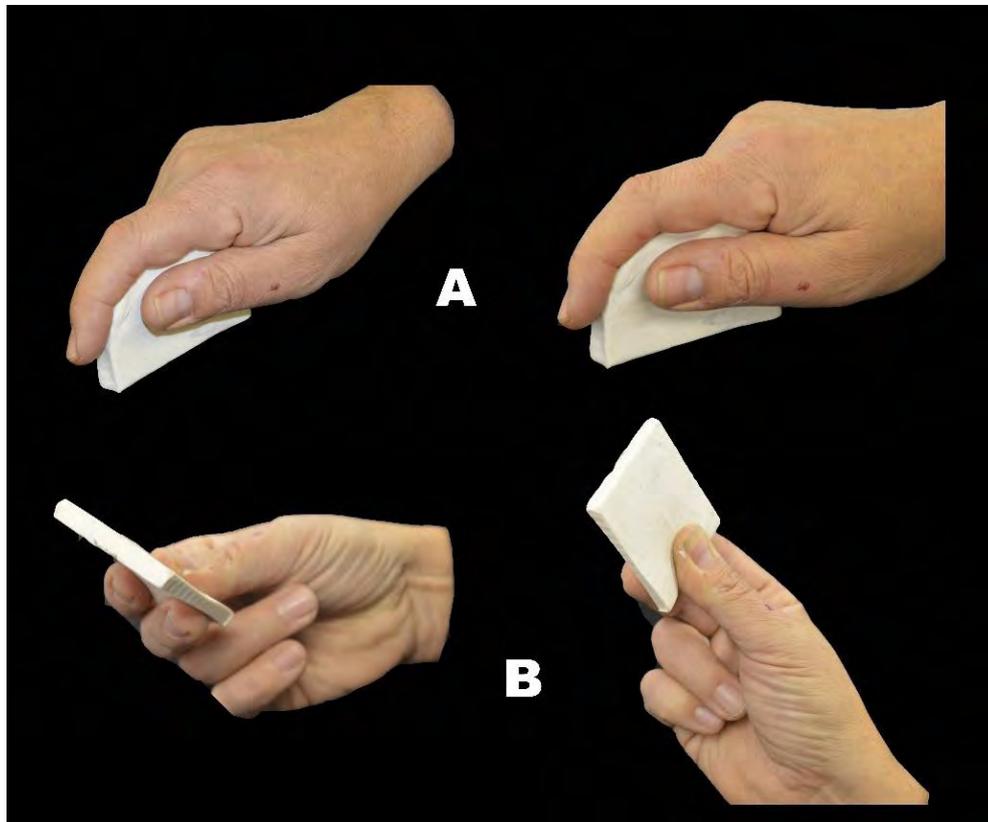


Figure 6. Creation of imprints in modelling clay by strong gripping. A. Backed Knife B. levallois flake

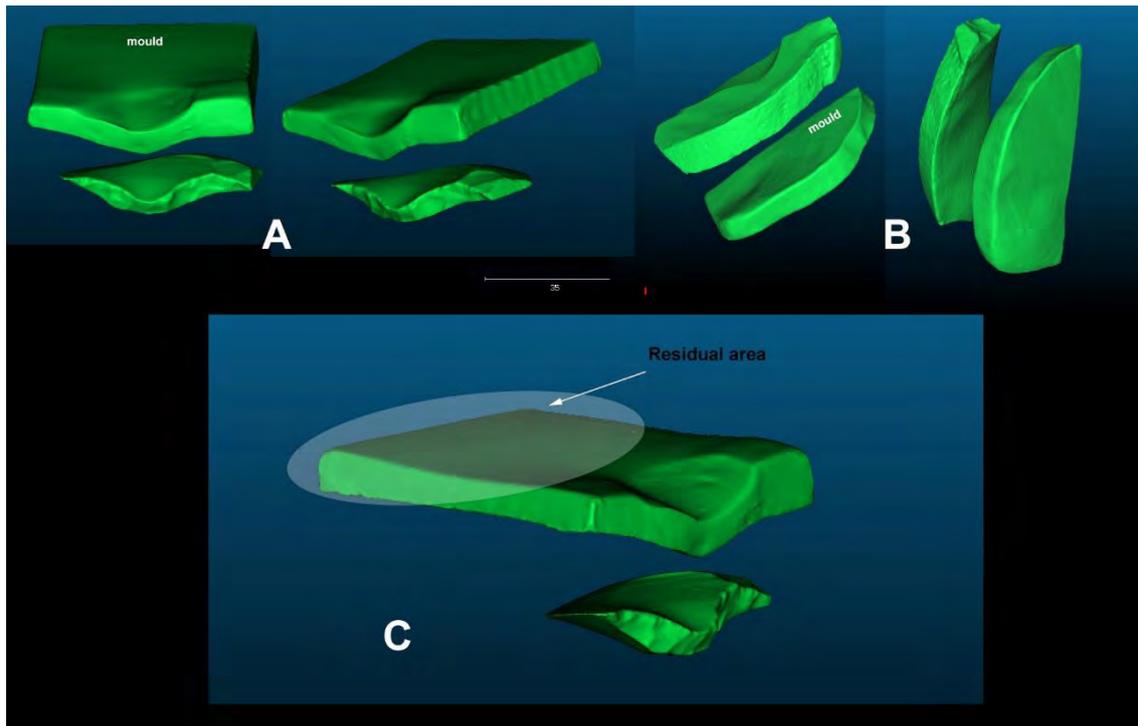


Figure 7. Three dimensional scanned models in comparison with the lithic tools. A. Levallois. B. Backed knife. C. Residual areas not consider in the 3D scanned molds.

The analysis is based on the comparative resources of the software Cloudcompare V2 version 2.8 beta (<http://www.cloudcompare.org> License: GNU GPL, General Public Licence). We applied the command “distance compare” that computes distance differences between two or more 3D point or mesh models. The analysis comprises several steps in order to optimize and standardize the comparative analysis, and produces graphical and statistical results that evaluate the differences between them. We have used a standard modelling clay cube to obtain the fingers gripping imprints. This procedure will leave important residual areas with a high degree of distance differences. For this reason, for the distance model calculating we only selected the areas with the minimal distance differences avoiding residual areas (figure 7 C).

The computing procedure includes the following steps:

- 1) Scan the experimental lithic replica and the finger negative molds.
- 2) Adapt both 3D models for a latter reference.
- 3) Coarse and fine reference of the models.
- 4) Compute cloud/mesh or cloud/cloud distance model.
- 5) Exclude the residual areas by splitting the distance model.

## 6) Build the interpolated model of minimal distance in close areas of both models.

We try to reduce the RMS error to the minimum. However, the existence of several differences between the clay standard mold and the lithic tool (for example in distal or lateral part) introduces non representative values in marginal areas. For this reason, we limit our statistical analysis to a descriptive presentation of values distributions in the selected ranges and to a visual representation of the common closest distance models. In both cases, the graphics measures represent decimeters.

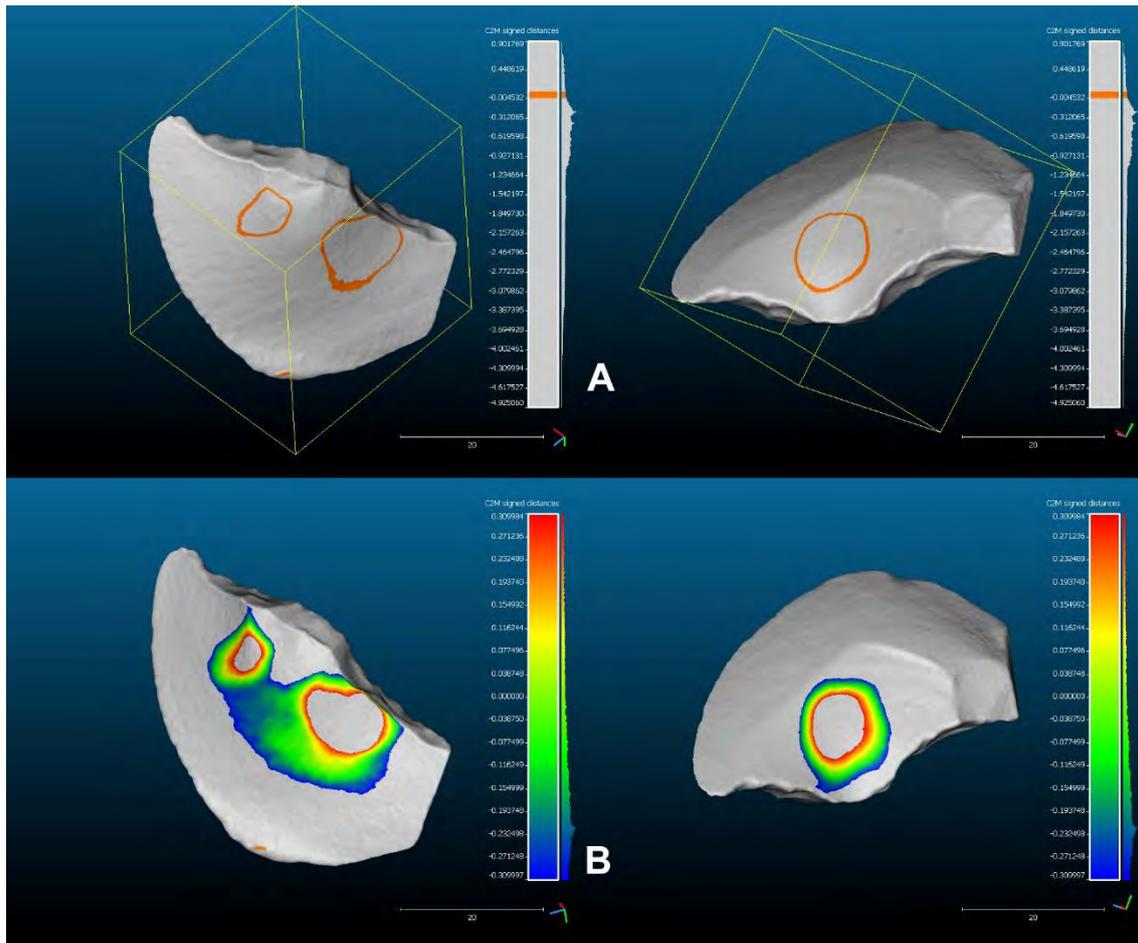


Figure 8. Short distances models in the levallois “Pucheuil” example. A. Lower than 1 mm. B. Lower than 3 mm. C. Distribution of contact areas in the lower than 3 mm range.

Results for the *chapeau de gendarme* prehensile morphology show a perfect adaptation of the three holding system (figure 7 A), since the existence of minimal distances (lower than 1 mm and lower than 3 mm) match in both models in three points (figure 8 A and B, respectively). However, the existence of a gradual range of distances in the generated “interpolated distance model”, suggest that the use of rigid contact points (that could be the example of a wood shaft) do not provide enough contact surface for a correct gripping. On the contrary, the application of a soft material (as is the case of

fingers) provides a better grip contact. The correlation between the finger gripping system and the tool morphology matches perfectly with very clear and concentrated short distance common areas (figure 8 A and B; figure 9 A, B and C).

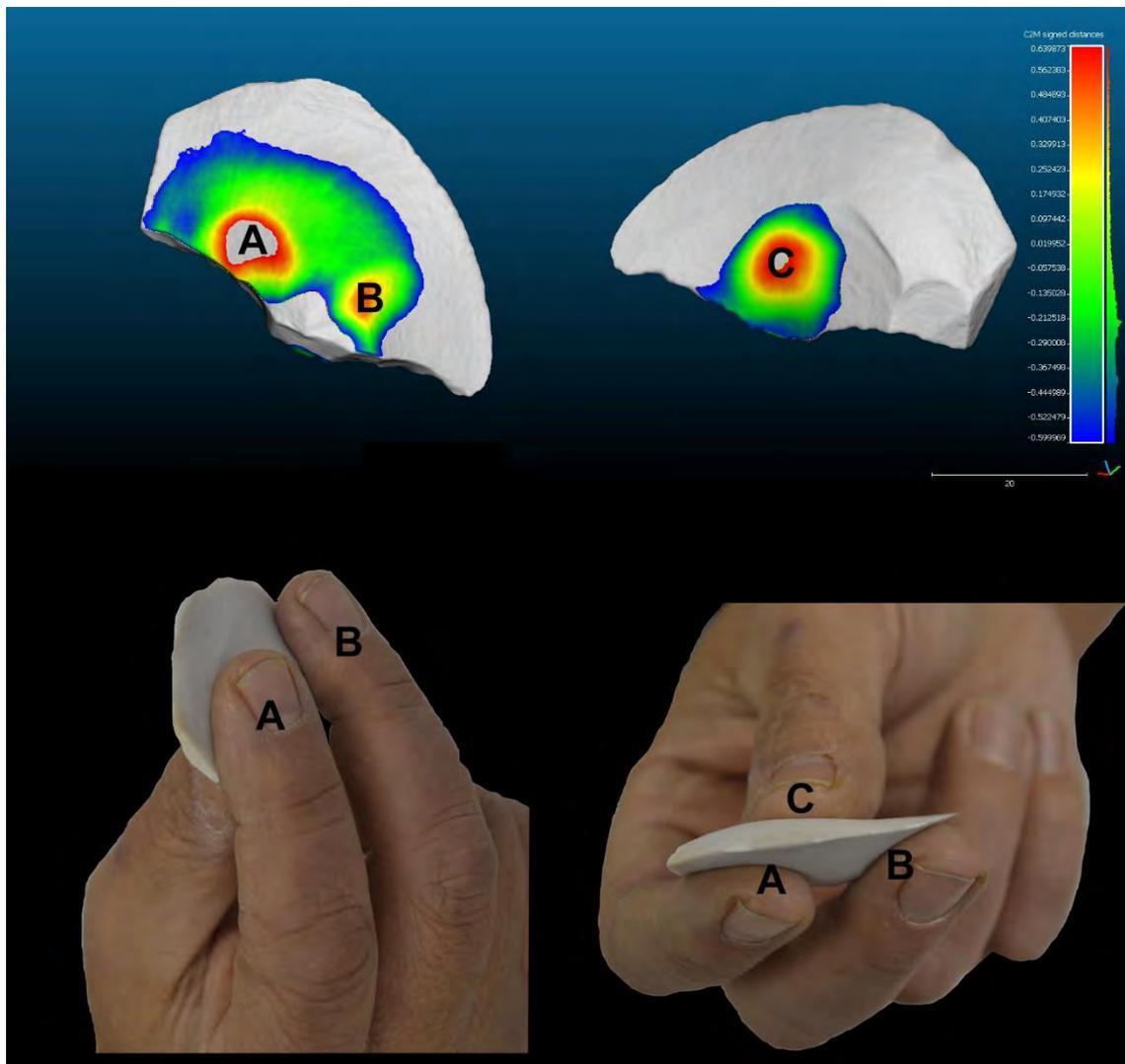


Figure 9. Comparison between gripping contact areas and the distance comparative model in the levallois example.

In the case of the backed knife, (figure 7 B; figure 10 and figure 11) the distribution of contact areas has a lower correspondence between the lithic and the modelling clay reproductions. This is caused by the higher variability of tools morphology. However, the main contact parts correspond in both knife models (figure 10 A, B and C). Short distances distribution (lower than 1 mm and lower than 3 mm) are more concentrated and clear in the case of the Levallois, probably due to the existence of a higher contact surface in the backed knife (that introduces a bigger contact variability). But in both models, there is a high correspondence between all the “touching” areas (figures 8 and 11 distributions). With a higher range distances the common surface areas

do not significantly change in location, circumstance that could confirm the correspondence of the contact areas between both models in the two examples (figure 11 A and B).

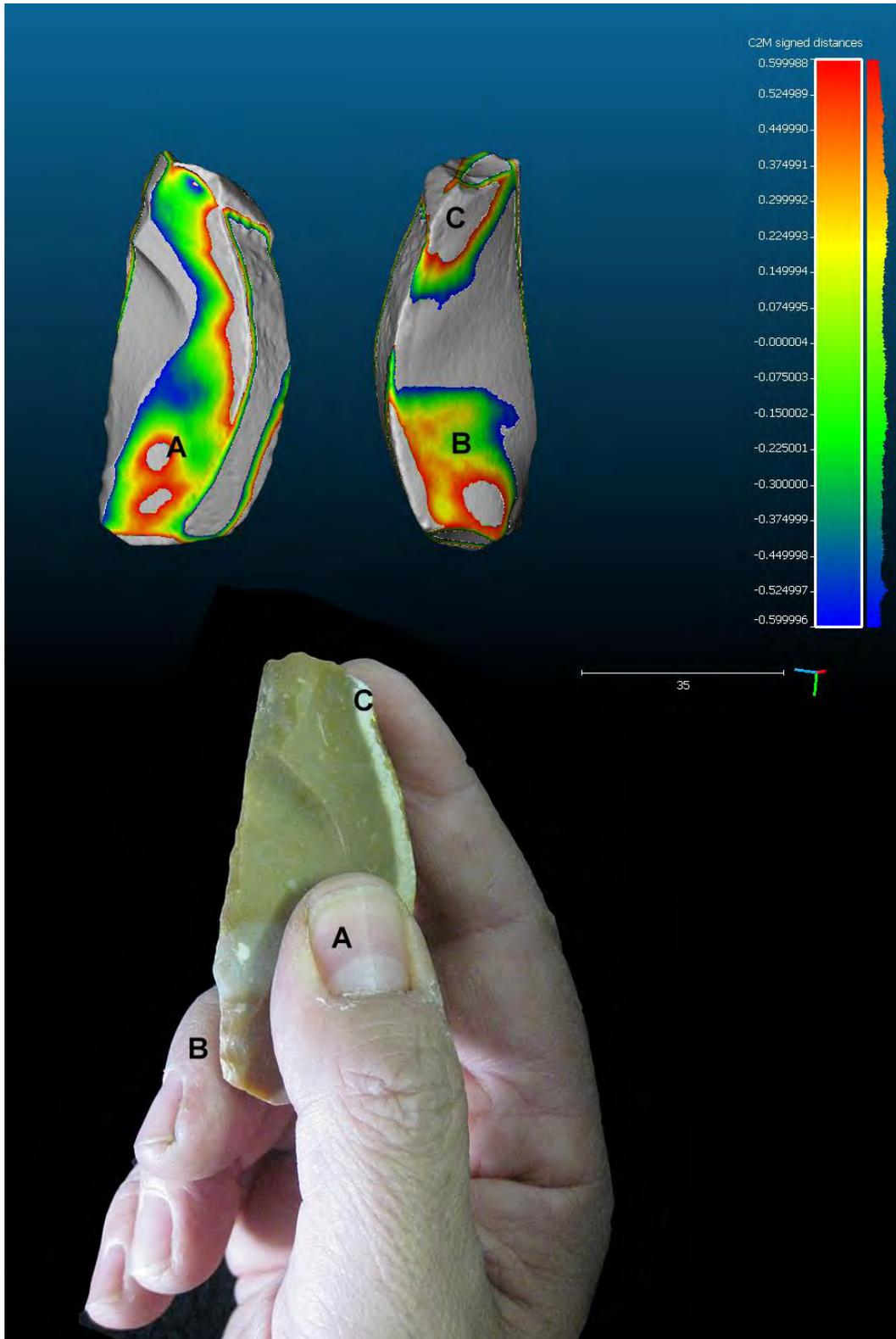


Figure 10. Comparison between gripping contact areas and the distance comparative model in the backed knife example

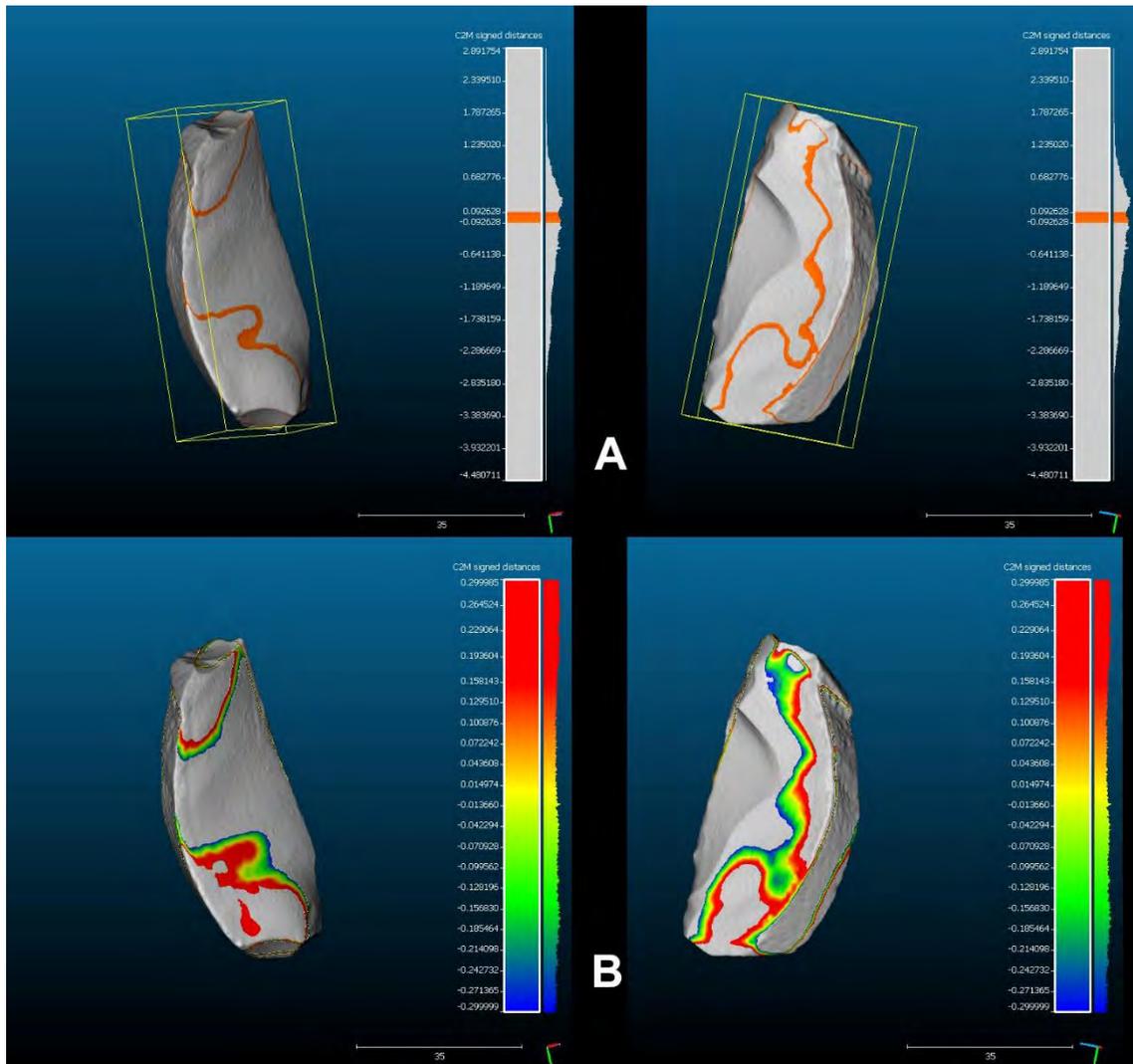


Figure 11. . Short distances models in the backed Knife example. A. Lower than 1 mm. B. Lower than 3 mm. C. Distribution of contact areas in the lower than 3 mm range.

## CONCLUSIONS

Without a detailed functional analysis in a complete archaeological sample, our conclusions could only be understood as a working hypothesis. Deeper morphological and functional studies could support our preliminary suggestions. However, the comparative analysis of the hand gripping negatives with the standard prehensile morphology of indicative tool types, indicates that there is a coincidence. These results could indicate the possible existence of a planning in the creation of morphologies in the final products. Hand gripping and tool morphology correlation could also indicate the existence of predetermined prehensile methods for some of the Mousterian tools.

These conclusions might question preliminary inferences obtained from traceological and residues analyses that suggest a generalized use of fixed handles by

applying glues and/or birch tar (Boëda et al 1999; Koller et al. 2001; Grünberg 2002; Mazza et al. 2006; Galván et al. 2008; Rios 2010; Rots 2010; Lazuén, 2012, Alperson-Afil and Goren-Inbar 2016). Our preliminary results suggest that the manual prehension (in our study three fingers) is quite similar to the natural proximal morphology of some Levallois and other discoid products. The presence of residues of birch pitch and impact damage in several Middle Paleolithic tools demonstrate the use of fixed handles in addition with different types of glues but in the case of *chapeau de gendarme* platform and the backed knives, the application of a triple finger gripping method seems to be the best and faster way to manipulate this specific tool morphology (figure 5 F). The variation of the proximal morphology and dimensions matches better with a hand clamping system than a fixed or hafted one. We should bear in mind that variability has been registered as common feature of the Mousterian tools (Rios Garaizar 2016, Romagnoli et al. 2015) and multiple tool use expressions could be found. In our case studies, morphological similarities between three fingers negatives and the proximal UTF prehensile area seem to indicate that the finger/hand gripping must have been the most versatile way to use these lithic implements.

Predetermination is one of main hallmarks of the Mousterian productive “philosophy”. Much has been written about final Mousterian products programming (Boëda, 1988) and even about the teleological organization of the global production (Bourguignon et al. 2004) defined as ramification. The existence of a predefinition of the morphology of the prehensile areas in relation with the gripping modes increases the predetermined conceptual character of the Mousterian production far away from a stochastic tool conception. If so, then Neanderthals could have had a strict tool conception that could have been important socioeconomic consequences.

#### **ACKNOWLEDGEMENTS**

This work is part of the project *¿Cómo, quién y dónde?: variabilidad de comportamientos en la captación y transformación de los recursos líticos dentro de grupos neandertales (1 and 2)*, referencias: HAR2013-48784-C3-3-P and HAR2016-76760-C3-2-P financed by Ministerio de Economía y Competitividad. We also want to thanks the Experimental Laboratory of the UAM for the use of its facilities. F.R. is funded by H2020 Marie Skłodowska-Curie action GA 653667.

## BIBLIOGRAPHY

ALPERSON-AFIL N., & GOREN-INBAR N. (2016): “Acheulian hafting: Proximal modification of small flint flakes at Gesher Benot Ya'aqov, Israel”. *Quaternary International*, 411: 34-43.

BAENA PREYSLER J., CARRIÓN SANTAFÉ E. (2010): “Experimental Approach to the Function and Technology of Quina Side-Scrapers”. In *Experiments and Interpretation of Traditional Technologies: Essays in Honor of Errett Callahan*, Edited by HUGO G. NAMI. Ediciones de Arqueología Contemporánea. Buenos Aires, 172-202.

BOËDA E. (1988): “Le concept Levallois et evaluation de son champ d’application”. In: M. OTTE (Ed.), *L’Homme de Neandertal. La Technique*, Vol. 4, 13–26.

BOËDA, E. (1991): “Approche de la variabilité des systèmes de production lithique des industries du Paléolithique inférieur et moyen: chronique d’une variabilité attendue”. *Techniques & Culture* 17-18: 37–79.

BOËDA E. (1997): *Technogénèse des systèmes de production lithique au Paléolithique moyen inférieur et moyen en Europe occidentale et au Proche-Orient*, Habilitation à diriger des recherches, 2 vol., Nanterre, Université de Paris X – Nanterre.

BOËDA E. (2013): *Techno-logique & Technologie. Une Paléo-histoire des objets lithiques tranchants*. Archeo-editions. pp. 259. Prigonrieux.

BOËDA E., GENESTE J. M., GRIGGO G., MERCIERS, N., MUHESEN S., REYSS, J. L., TAHA A., VALLADAS H. (1999): “A Levallois point embedded in the vertebra of a wild ass (*Equus africanus*): hafting, projectiles and Mousterian hunting weapons”. *Antiquity*, 73: 394-402.

BORDES F. (1947): “Étude comparative des différentes techniques de taille du silex et des roches dures”, *L’Anthropologie*, 51: 1-29.

BORDES F. (1961): *Typologie du Paléolithique ancien et moyen*, Delmas, Publications de l’Institut de Préhistoire de l’Université de Bordeaux, Mémoire no 1. Réédition CNRS.

BOURGUIGNON L. (1997): *Le Moustérien de type Quina: nouvelle définition d’une entité technique*, Université de Paris X - Nanterre, Thèse de Doctorat, pp.672.

BOURGUIGNON L., FAIVRE J.-P., TURQ A. (2004): “Ramification des chaînes opératoires: Une spécificité du Moustérien?” *Paléo*, 16, 37–48.

CARRIÓN SANTAFÉ E. (2003): *Variabilidad técnica en el Musteriense de Cantabria*. Universidad Autónoma de Madrid. Madrid. ISBN. 84-7477-860-3.

DELAGNES A., ROPARS A. (Eds.) (1996): *Paléolithique moyen en pays de Caux (Haute- Normandie): Le Pucueil, Etoutteville: deux gisements de plein loessique*. Maison des Sciences de l’Homme, Paris.

FRICK J. A., AND HERKERT K. (2014): “Lithic Technology and Logic of Technicity”. *Mitteilungen der Gesellschaft für Urgeschichte*. 23: 129-172.

GALVÁN B., HERNÁNDEZ C.M., FRANCISCO M.I. (2008): “Elementos líticos apuntados en el Musteriense Alcoyano El Abric del Pastor (Alicante)”. *Veleia*, 24–25: 367–384.

GENESTE J.M. (1985): *Analyse lithique d’industries moustériennes du Périgord: une approche technologique du comportement des groupes humains au Paléo- lithique moyen*. Thèse de Doctorat, Université de Bordeaux I, Talence.

GENESTE J.M. (1988): “Les industries de la grotte Vaufrey: technologie du débitage, économie et circulation de la matière première lithique”. In: RIGAUD, J.P. (Ed.), *La grotte Vaufrey, paléoenvironnement, chronologie, activités humaines*. Mémoires de la Société préhistorique française, Paris, pp. 441-517.

GROSMAN L., SMIKT O., SMILANSKY U. (2008): “On the application of 3-D scanning technology for the documentation and typology of lithic artifacts”. *Journal of Archaeological Science*, 35: 3101-3110.

GRÜNBERG J. M. (2002): “Middle Palaeolithic birch-bark pitch”. *Antiquity* 76: 15-16.

INIZAN M.-L., REDURON-BALLINGER M., ROCHE H, TIXIER J. (1999): *Technology and Terminology of Knapped Stone*. Cercle de Recherches et d’Etudes Préhistoriques, Maison de l’Archéologie et de l’Ethnologie. Nanterre, pp.189.

KEY, A., DUNMOREA, C.J., HATALAB, K.G., WILLIAMS-HATALAB, E. M. (2017): Flake morphology as a record of manual pressure during stone tool production.

*Journal of Archaeological Science: Reports.* 12: 43–53.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.jasrep.2017.01.023>

KOLLER J., BAUMER U., MANIA D. (2001): “High-Tech in the Middle Palaeolithic: Neandertal-Manufactured Pitch Identified”. *European Journal of Archaeology*, 4, 385-397.

LAZUÉN, T. (2012): “European Neanderthal stone hunting weapons reveal complex behaviour long before the appearance of modern humans”. *Journal of Archaeological Science*, 39: 2304–2311.

LEPOT, M. (1993). *Approche techno-fonctionnelle de l’outillage lithique moustérien : essai de classification des parties actives en termes d’efficacité technique: application à la couche M2e sagittale du Grand Abri de la Ferrassie (fouille Henri Delporte)*, 2 livrets, Mémoire de Maîtrise, Nanterre, Université de Paris X – Nanterre.

MAZZA P.P.A., MARTINI F., SALA B., MAGI M., COLOMBINI M.P., GIACHI G., LANDUCCI F., LEMORINI C., MODUGNO F. (2006): “A new Palaeolithic discovery: tar-hafted stone tools in a European Mid-Pleistocene bone-bearing bed”. *Journal of Archaeological Science* 33: 1310-1318.

PAWLIK A.F., THISSEN J.P. (2011): “Hafted armatures and multi-component tool design at the Micoquian site of Inden-Altendorf, Germany”. *Journal of Archaeological Science*, 38: 1699-1708.

RÍOS, J. (2010). “Organización económica de las sociedades neandertales: el caso del nivel VII de Amalda (Zestoa, Guipuzkoa)”. *Zephyrus*, 65: 15–37.

RIOS, J. (2012): *Industria lítica y sociedad del Paleolítico Medio al Superior en torno al golfo de Bizkaia*. Ediciones Universidad de Cantabria, pp. 564.

RIOS, J., (2016): “Experimental and Archeological Observations of Northern Iberian Peninsula Middle Paleolithic Mousterian Point Assemblages. Testing the Potential Use of Throwing Spears Among Neanderthals”. In: RADU IOVITA AND KATSUHIRO SANO (Eds.), *Multidisciplinary Approaches to the Study of Stone Age Weaponry, Vertebrate Paleobiology and Paleoanthropology*, 213-225.

ROMAGNOLI, F., MARTINI, F., & SARTI, L. (2015): “Neanderthal Use of *Callista chione* Shells as Raw Material for Retouched Tools in South-east Italy: Analysis of Grotta del Cavallo Layer L Assemblage with a New Methodology”. *Journal of Archaeological Method and Theory*, 22(4): 1007–1037.

ROTS, V. (2010): *Prehension and Hafting Traces on Flint Tools. A Methodology*. Leuven: Leuven University Press, pp.273.

TURQ, A. (1989): “Approche technologique et économique du faciès Moustérien de type Quina: étude préliminaire”. *Bulletin de la Société préhistorique française*, 86, n 8, 244-256.

ZIPKIN AM., WAGNER M., MCGRATH K., BROOKS AS., LUCAS PW. (2014): “An Experimental Study of Hafting Adhesives and the Implications for Compound Tool Technology”. *PLOS ONE* 9(11): e112560. doi: 10.1371/journal.pone.0112560.