

---

## **Estudio de procesos posdeposicionales en hueso, asta y sílex**

---

Pablo Gella Montero<sup>1</sup> y Eugenio Carnero García<sup>2</sup>

### **Resumen:**

El presente estudio tiene como objeto el análisis de las alteraciones superficiales macroscópicas de diferentes materias primas (hueso, asta y diferentes tipos de sílex) tras su tratamiento térmico bajo una hoguera de 30 cm de diámetro, y su relación con los procesos postdeposicionales y azarosos que pudieran acontecer en las etapas tempranas del dominio técnico del fuego y la industria lítica. Tras el análisis de las alteraciones se procederá con la interpretación de los resultados.

**Palabras clave:** Tratamiento térmico. Sílex. Hueso. Asta. Procesos posdeposicionales.

### **Abstract:**

The aim of this work is analyzing the macroscopic alterations of the surface of different raw materials (bone, antler and different types of flint) after heat treatment in a 30 cm diameter bonfire, and their relationship with random and post-depositional processes that could happen in earlier stages of the technical knowledge of fire and lithic industry. The interpretation of the results will be carried out after the analysis of the alterations.

**Keywords:** Heat treatment. Flint. Bone. Antler. Post-depositional processes.

## **INTRODUCCIÓN**

A pesar de erigirse como una de las adquisiciones tecnológicas claves en la historia de la Humanidad, si bien la práctica totalidad de la literatura sitúa los primeros usos del fuego en el Paleolítico Inferior (Goren-Inbar *et al.* 2004; Karkanas *et al.* 2007), las fronteras temporales aún no son claras (James *et al.* 1989). Ahora bien, si uno ahonda en la cuestión del dominio técnico y control del mismo, el debate aún se vuelve más controvertido: mientras que muchos sitúan ese momento en el propio Paleolítico Inferior con ejemplos como los citados anteriormente de la cueva de Quesem y Gesher Benit Ya'aqov, en Israel, o Zhoukoudian, en China; otros, como Roebroeks y Villa, sostienen que esos no son sino ejemplos de un uso oportunista del fuego, y que el verdadero control del mismo se hace efectivo en el Paleolítico Medio por exigencias del frío medio (Roebroeks *et al.* 2011). Al margen de dicha polémica, lo que parece claro es que el uso del fuego para el trabajo del sílex se remonta al Solutrense (19000-17000 ANE), en el Paleolítico Superior, a pesar de haber sido encontrados ya los primeros restos de la talla del mismo material en el Paleolítico Inferior (Eiroa 1994). Este uso coincide además con el aumento de hábitats a cielo abierto, lo que supone la huella de la combustión con oxígeno en forma del ennegrecimiento de la materia prima calentada. Como destaca Pérez y colaboradores (2010), la fuerte vinculación entre sílex y termoalterabilidad como proceso de optimización consciente ha supuesto que prácticamente la mayoría de los estudios se centren en el análisis de dichas mejoras, lo que deja al margen todos aquellos procesos azarosos que pudieran haber acontecido y que, a nuestro parecer, podrían aproximarnos a la cuestión desde un prisma más completo. Por ejemplo, autores como Domanski y Webb (2007) hacen hincapié en el valor totémico que podían tener algunas rocas silíceas termoalteradas en color y brillo, y que podrían ser fruto de un proceso azaroso en las cercanías del hogar de los grupos de convivencia. El estudio de estos procesos y materiales podrían arrojar luz sobre los comienzos del uso de la energía

---

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Madrid. pablo.gella@estudiante.uam.es

<sup>2</sup> Universidad Autónoma de Madrid. eugenio.carnero@estudiante.uam.es

calorífica en la mejora de la talla lítica en tanto que proceso consciente y controlado a partir de la observación de eventos fortuitos. Puesto que dichos eventos sucederían en base a la cercanía de una fuente de calor situada azarosamente en sus proximidades, en el presente trabajo se pretende analizar las diferencias en la alteración superficial de diversas materias primas – hueso, asta y distintos tipos de sílex – en función de su distancia al centro de una hoguera de 30 cm y enterrados bajo ella. El análisis se hace bajo la hipótesis: “Las réplicas más cercanas al foco sufren una mayor modificación térmica que las más lejanas”.

## METODOLOGÍA

Para la elaboración del trabajo se trató de crear una colección experimental de sílex, hueso y asta alterados térmicamente con el fin de analizar los cambios macroscópicos acontecidos en su superficie.

### Obtención de las materias primas

Todas las piezas originales de las que se obtuvieron las muestras experimentales se tomaron del patio del departamento de Arqueología Experimental: un fragmento de hueso, un fragmento de asta y tres fragmentos de sílex gris, blanco y marrón. De cada una de ellos se obtuvieron 3 réplicas con el fin de observar diferencias en relación con la distancia correspondiente al centro de la hoguera (Fig. 1).

En el caso de los sílex, la obtención de las réplicas se realizó mediante percusión directa con percutor duro y extracción de lascas de similar tamaño, peso y morfología.

En el caso del asta y del hueso se procedió con el corte de la pieza en tres fragmentos iguales mediante una sierra de calar compacta.



*Figura 1: Materias primas obtenidas*

## EXPERIMENTACIÓN

### Construcción de la hoguera

La alteración térmica de las muestras se llevó a cabo mediante el diseño de una hoguera de 30 cm de diámetro. Para su construcción se utilizaron los siguientes elementos:

- *Ladrillo*, para la contención del fuego.
- *Arena de grano fino*, con mayor superficie de absorción de calor para favorecer una cocción óptima sin cambios bruscos de temperatura en su interior.
- *Leña de pino* como base de combustión de la hoguera.
- *Espigas*, para facilitar el inicio del proceso de combustión.

Una réplica de cada muestra experimental se situó en el centro, otra a 7,5 cm y una tercera a 15 cm. Todas ellas bajo una capa de arena de grano fino de 3 cm (Fig. 2).

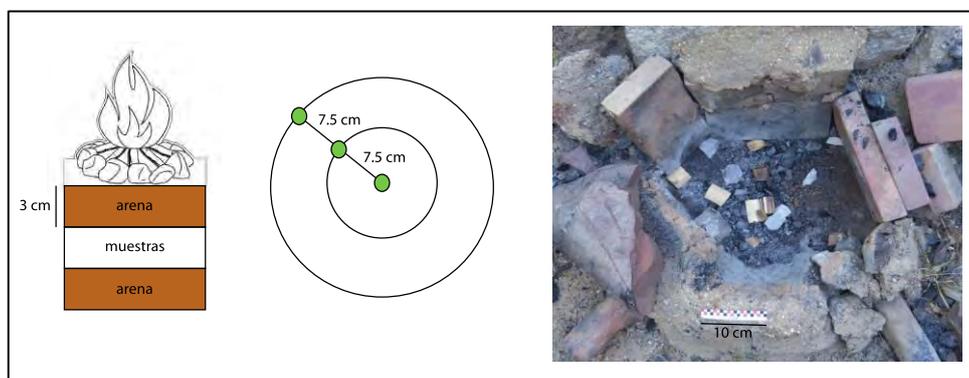


Figura 2: Representación gráfica del proceso experimental

Se estimó la cantidad de leña necesaria para que el fuego se mantuviera durante 30 minutos y entrara en fase de ascuas.

### Métodos de observación

Durante el proceso de combustión y posterior deposición, se llevó a cabo un control de la temperatura en el centro de la hoguera mediante el termómetro infrarrojo PCE-890 (rango:  $-50^{\circ}\text{C}$  a  $+1600^{\circ}\text{C}$ ).

Los datos resultantes se han representado en la gráfica siguiente (la línea azul corresponde al punto de extinción del fuego y comienzo de la etapa de ‘ascuas’) (Fig. 3)

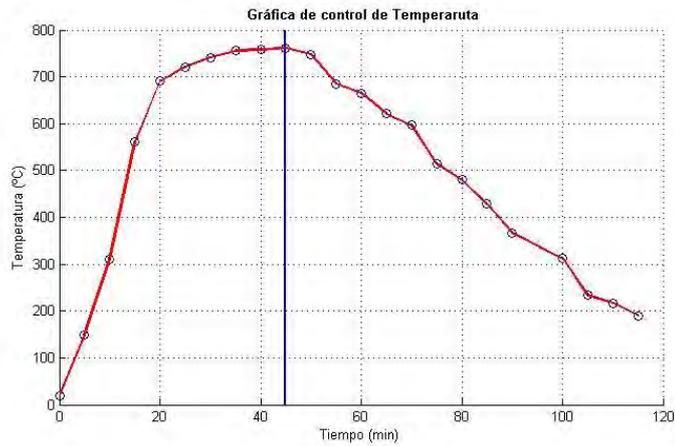


Figura 3: Gráfica de control de la temperatura

Para el análisis macroscópico de las alteraciones acontecidas en la superficie de las muestras expuestas al tratamiento térmico, se hizo uso de la simple vista o de una lupa.

## ANÁLISIS

### Desarrollo

Después de la obtención de los materiales y construcción de la hoguera descritos en el apartado de ‘metodología’, hemos procedido al desarrollo de nuestro experimento. Se determinaron en base a los trabajos experimentales descritos en la bibliografía un tiempo de combustión de la leña de unos 45 minutos, a partir de lo cual se produciría el proceso de cocción o reposo de las piezas de hueso, asta y sílex. Para no romper el sello de calor y evitar cambios bruscos de temperatura, se puso una capa de arena sobre las ascuas y se dejó reposar 48 horas (Fig. 4). Como se describió en el apartado de ‘metodología’, con la ayuda de un pirómetro se tomaron medidas cada 5 minutos durante 1 hora para observar la velocidad de enfriamiento de las ascuas. A los dos días se recogen las muestras para el posterior estudio y análisis de resultados.



Figura 4: Desarrollo del experimento

## Hueso

Disponemos de 3 réplicas de hueso sujetas a una alteración térmica. Se muestran en la imagen de izquierda a derecha de la más alejada (I) a la central (III). Separada de las piezas experimentales, en el margen derecho, se muestra el control de la pieza extraída del hueso original anterior al proceso de alteración (C) (Fig. 5).



*Figura 5: Réplicas de hueso con alteración térmica*

En la réplica I al ser la pieza más alejada del foco del fuego apenas observamos grandes alteraciones. Lo más notorio es el oscurecimiento del hueso, que indica que se ha quemado, pasando del color amarillento del hueso original a un marrón oscuro homogéneo en toda la superficie de una cara, mientras que por la otra cara apenas observamos ningún cambio.

En la réplica II empezamos a ver más alteraciones en cuanto a color y textura. Con respecto al color vemos dos tonalidades claramente diferenciadas, un marrón muy oscuro casi negro que se va aclarando y el amarillento o crema del hueso. Este resultado es característico de las piezas parcialmente carbonizadas debido claramente a su posición en la hoguera ya que la mitad más oscura ha estado más cerca del foco del fuego. Con respecto a la textura empezamos a ver alguna grieta y una capa de brillo vítreo, todo en la zona carbonizada. Esto ocurre en ambas caras del hueso.

El color de la réplica III es totalmente de color negro. En cuanto a la textura se observa una superficie granulosa, parecido a la tiza y presenta varias fisuras y grietas por ambas caras.

## Asta

Disponemos de 3 réplicas de asta sujetas a una alteración térmica. Se muestran en la imagen de izquierda a derecha de la más alejada (I) a la central (III). Separada de las piezas experimentales, en el margen derecho, se muestra el control de la pieza extraída del hueso original anterior al proceso de alteración (C) (Fig. 6).



*Figura 6: Réplicas de asta con alteración térmica*

En la réplica I a diferencia de la réplica I de hueso, si empezamos a ver cambios más notorios. Obtenemos un trozo de asta parcialmente carbonizada. Vemos una parte negra y otra de color marrón claro del asta. En cuanto a la textura notamos alguna pequeña grieta en la parte carbonizada.

Podemos observar en la réplica II un trozo totalmente carbonizado de color negro. Vemos más fisuras en comparación con la muestra de asta anterior (más alejada del foco) y con la pieza de hueso colocada en la misma posición. Notamos en la parte interior del asta, en la medula ósea, una capa de brillo con pequeñas cristalizaciones.

La réplica III tiene prácticamente las mismas características que la muestra anterior. Está totalmente carbonizada, de color negro y con la superficie de la parte de la medula ósea cubierta por la capa de brillo vítreo con las pequeñas cristalizaciones. A diferencia con las demás piezas de asta y con la muestra de hueso, esta pieza tiene muchas grietas y fisuras, incluso se desprenden pequeños trozos con su manejo.

### Sílex gris

Disponemos de 3 réplicas de sílex gris sujetas a una alteración térmica. Se muestran en la imagen de izquierda a derecha de la más alejada (I) a la central (III). Separada de las piezas experimentales, en el margen derecho, se muestra el control de una pieza extraída del sílex original pero no sometida al proceso de alteración (C) (Fig. 7).



Figura 7: Réplicas de sílex gris con alteración térmica

En esta primera réplica I no observamos grandes cambios. La única diferencia con el trozo de sílex original es el pequeño cambio de color que ha experimentado. Ha pasado de un gris claro más o menos homogéneo a tener manchas con tonalidades cobrizas.

En esta réplica II los cambios empiezan a ser más notorios. El color de la lasca de sílex es más oscuro. En cuanto a la textura vemos en una de sus caras una pequeña rugosidad de color blanca con pequeñas cristalizaciones.

En la réplica III observamos que está parcialmente quemado. La mitad de la muestra es de color negro y la otra mitad es de gris oscuro. En cuanto a los cambios en la textura podemos notar cierta rugosidad en la parte quemada y pequeñas fisuras en el borde de dicha parte.

## Sílex blanco

Disponemos de 3 réplicas de sílex blanco sujetas a una alteración térmica. Se muestran en la imagen de izquierda a derecha de la más alejada (I) a la central (III). Separada de las piezas experimentales, en el margen derecho, se muestra el control de una pieza extraída del sílex original pero no sometida al proceso de alteración (C) (Fig. 8).



Figura 8: Réplicas de sílex blanco con alteración térmica

Mientras que en la réplica I no se observan cambios en la superficie, en las réplicas II y III sí que son apreciables algunos.

La réplica II muestra una parte alterada y otra no, debido probablemente a que la parte alterada, al tratarse de un saliente en pico de la propia réplica, se encontrara más cerca de la superficie y/u orientada hacia el centro de la hoguera. La parte alterada muestra un leve cambio en la coloración, hacia una tonalidad marrón que se acentúa en la parte más sobresaliente, y un alisado en la superficie, de forma que las irregularidades observadas en la pieza original apenas son visibles.

La réplica III es la que mayores cambios presenta, puesto que el cambio en la coloración ha sido en la totalidad de la pieza que ahora presenta un color ocre. De un modo particular se observa un jaspeado de color marrón intenso distribuido uniformemente en toda la superficie. También se observa el alisamiento en la superficie.

## Sílex rojo

Disponemos de 3 réplicas de sílex rojo sujetas a una alteración térmica. Se muestran en la imagen de izquierda a derecha de la más alejada (I) a la central (III). Separada de las piezas experimentales, en el margen derecho, se muestra el control de una pieza extraída del sílex original pero no sometida al proceso de alteración (C) (Fig. 9).



Figura 9: Réplicas de sílex rojo con alteración térmica

En la réplica I no se observan cambios en la superficie salvo por la presencia de combustión aerobia en dos esquinas que podemos observar por el ennegrecimiento característico en la superficie.

Conforme las réplicas se acercan al centro de la hoguera la tonalidad se va haciendo más oscura y apagada, pasando del anaranjado de la pieza original (C) a un granate intenso (III).

Tanto en la réplica II como en la III se observa un agrietado de la superficie que según la literatura se identifica con el fenómeno de craquelado. Alguna de estas grietas han afectado de tal forma a las irregularidades de la superficie que se pueden hacer saltar pequeñas esquirlas con la uña. Con respecto a la réplica II, la réplica III presenta un color granate más profundo y quizá una superficie más lisa con irregularidades suavizadas.

## CONCLUSIONES

### Hueso y asta

Hemos podido observar tres etapas básicas por las que pasa un hueso al ser calentado: al principio se produce la evaporación del agua; luego la materia orgánica se combustiona; y por último se modifica la materia mineral. Estos procesos generan cambios en observables y analizados en nuestro experimento, como variaciones del color y textura. También hemos podido observar como en la muestra de asta, la vuelve más frágil, producto de la pérdida de agua y lípidos durante la combustión (Hiller *et al.* 2003). Aunque existen diferentes factores que afectan a la transformación de los huesos tras un proceso térmico como el estado del hueso antes de la combustión, el tiempo de exposición al fuego, temperatura,...el color y textura son dos indicadores bastante fiables y fáciles de estudiar para sacar conclusiones.

El color es el identificador más común de huesos quemados y de la intensidad de calor alcanzado por el hueso. En nuestro experimento este identificador se ha hecho visible en todas las réplicas. Pasando del amarillo hueso a diferentes tonalidades de marrón a la que se quemaban, hasta llegar a negro cuando llegaban a carbonizarse. Esto sucede por la carbonización de la componente orgánica del hueso (Shahack-Gross *et al.* 1997).

La textura es el otro identificador notable en la de alteración térmica del hueso. A medida que se va calentando a mayores temperaturas se observan diversos cambios reconocibles tanto a ojo como al microscopio. En la mayoría de nuestras muestras, sobre todo las que estaban en el foco del fuego presentaban alguna área cubierta por una capa burbujosa o vítrea. También existía alguna superficie granulosa con pequeñas grietas. Hay que destacar la fragilidad del asta a altas temperaturas, pues con el simple hecho de manipularlo se desprendían trozos del mismo.

### Sílex

En las muestras de sílex de nuestro experimento, los cambios y las modificaciones sobre todo en textura, no han sido tan evidentes como con los huesos. También se demostró que los diferentes tipos de sílex se comportaron de manera similar, obteniéndose variación de color en función del posicionamiento en la hoguera y algunas alteraciones en su textura

como agrietamientos o lustre térmico. Según hemos podido estudiar, hay un consenso en el que el tratamiento térmico es un proceso largo y constante hasta llegar a la temperatura óptima, y después debe haber un enfriamiento progresivo y lento. Estas temperaturas deben estar alrededor de los 300° C (Purdy *et al.* 1971). Superando estas temperaturas la piedra sufre variaciones recogidos en nuestro experimento, por debajo a penas sufre algún cambio. En resumen, no podemos reducir el tratamiento térmico solo a la interacción del tiempo y temperatura pues debemos considerar también las propiedades específicas del mineral y su volumen.

El cambio de color, a manchas y coloraciones más oscuras y rojizas ocurre con el aumento de temperatura la cual oxida las partículas de hierro que al liberarse como consecuencia de la movilización del agua (Tixier 1984) le da esas tonalidades a nuestras piezas, que varía según la temperatura y la cantidad de impurezas.

En cuanto a la textura, apenas hemos visto cambios, solo pequeñas alteraciones en las superficies, particularmente un brillo y un alisado llamado lustre térmico y varias descamaciones y fisuras en el canto de alguna lasca. El craquelado es posible debido a las microfracturas en el sello de calor o los cambios de temperatura repentinos a pequeña escala.

## BIBLIOGRAFÍA

- DOMANSKI, M. y WEBB, J.A. (2007): "A review of heat treatment research". *Lithic technology* 32 (2): 153-194
- EIROA, J.J. (1994): *Historia de la Ciencia y de la Técnica. La Prehistoria: Paleolítico y Neolítico*. Madrid: Akal.
- GOREN-INBAR, N.; ALPERSON, N.; KISLEV, M.E.; SIMCHONI, O.; MELAMED, Y.; BEN-NUN, A. y WERKER, E. (2004): "Evidence of Hominin Control of Fire at Gesher Benot Ya'aqov, Israel". *Science* 304 (5671): 725-727.
- HILLER, J., THOMPSON, T.; EVISON, M.; CHAMBERLAIN, A. y WESS, T. (2003): "Bon; mineral change during experimental heating: an X-ray scattering investigation". *Biomaterials* 24: 5091-5097.
- JAMES, S.R.; DENELL, R.W.; GILBERT, A. S.; LEWIS, H.T.; GOWLETT, J.A.J.; LYNCH, T.F.; MCGREW, W.C.; PETERS, C.R.; POPE, G.G.; STAHL, A.B. y JAMES, S.R. (1989): "Hominid Use of Fire in the Lower and Middle Pleistocene: A Review of the Evidence [and Comments and Replies]". *Current Anthropology* 30 (1): 1-26.
- KARKANAS, P.; SHAHACK-GROSS, R.; AYALON, A.; BAR-MATTHEWS, M.; BARKAI, R.; FRUMKIN, A.; GOPHER, A. y STINER, M.C. (2007): "Evidence for habitual use of fire at the end of the Lower Paleolithic: Site-formation processes at Qesem Cave, Israel". *Journal of Human Evolution* 53 (2): 197-212.
- PÉREZ, R. J. D.; GÓMEZ, C. M. H.; HERNÁNDEZ, F. J. M. y SANTOS, B. G. (2010): "La alteración térmica en los sílex de los valles alcoyanos (Alicante, España). Una aproximación desde la arqueología experimental en contextos del Paleolítico Medio: El Salt". *Recerques del Museu d'Alcoi* (19): 33-64.
- PURDY, B. A. y BROOKS, H. K. (1971): "Thermal alteration of silica minerals: an archaeological approach". *Science* 173 (3994): 322-325.

- ROEBROEKS, W. y VILLA, P. (2011): "On the earliest evidence for habitual use of fire in Europe". *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 108 (13): 5209-5214.
- SHAHACK-GROSS, R.; BAR-YOSEF, O. y WEINER, S. (1997): "Black-coloured bones in Hayonim Cave, Israel: differentiating between burning and oxide staining". *Journal of Archaeological Science* 24 (5): 439-446.
- TIXIER, J. (1984): "Le débitage par pression". En J. TIXIER (ed.): *Préhistoire de la Pierre taillée 2: économie du débitage laminaire: technologie et expérimentation: IIIe table ronde de technologie lithique, Meudon-Bellevue*. Paris: Cercle de recherche et d'Études Préhistoriques.
-