

# ***APROXIMACIÓN EXPERIMENTAL A LOS PATRONES DE FRACTURACIÓN EN HUESO***

*Ana Lázaro Lázaro y Susana Cano Sánchez-Barbudo*

## ***INTRODUCCIÓN***

La gran importancia del tuétano se debe a que posee una alta concentración de grasa y, por tanto, una fuente de energía. Este representará el último nivel de explotación alimenticia en un vertebrado. Es común, en los restos de alimentación humana, encontrar un gran aprovechamiento de todos los restos óseos, por ello no se encuentran, salvo raras excepciones, metapodios o falanges enteras, sino fracturadas.

La grasa no está uniformemente distribuida en el cuerpo de los vertebrados; se halla parte de ésta en las cavidades medulares de algunos elementos óseos.

La movilización de esta grasa en momentos de estrés biológico tiene una secuencia relativamente fija. La última parte en ser afectada es la médula; generalmente, comienza a agotarse en las partes óseas de las extremidades que se encuentran más cercanas a la masa corporal avanzando hacia las más lejanas. La grasa medular de los elementos más distantes como los metapodios, las falanges y la mandíbula serán los últimos depósitos en agotarse en un animal verdaderamente desnutrido.

Cuando se fractura un hueso la mayoría de las veces no es para obtener formas predeterminadas sino para la extracción de la médula.

Puede ocurrir que uno de los fragmentos adquiera por azar una forma adecuada para ser utilizado como pseudo instrumento y que incluso pueda elaborarse, pero esa no es la finalidad principal al menos durante el Paleolítico Inferior y Medio, período en el que cualquier recurso alimenticio sería de gran valor para la supervivencia.

Las pautas de troceado del hueso dependen de tres variables:

- condición del animal
- tamaño de la cavidad medular
- dificultad para abrir el hueso

Las evidencias de fracturación intencional de los huesos se resumen en:

1. Uno o más puntos de impactos: se detectan por la presencia de negativos de bordes oblicuos justo debajo del punto de percusión y por lo general sobre el borde interno del fragmento sobre el que ha recaído el golpe. Si el hueso es de paredes espesas también puede detectarse en la superficie cortical del mismo.
2. El contragolpe: producido al golpear el hueso en la cara opuesta a la apoyada en el yunque; de este modo encontraremos el contragolpe en el lado contrario al punto de impacto, ya que la fuerza empleada en la percusión rebota en el yunque y es devuelta.
3. El borde de la fractura o textura que presenta suele ser plano y suave.

## ***DEFINICIÓN DE LOS OBJETIVOS***

Se han planteado diferentes objetivos o finalidades a la hora de llevar a cabo esta experimentación, entre los que se definen:

- Comprobar la facilidad y el tipo de fracturación de una parte anatómica concreta, METAPODIO (metatarso-parte trasera- y metacarpo-parte delantera), y de una especie determinada, CIERVO. Se tratará de elegir huesos de características similares en cuanto a tamaño, peso, edad, entre otras variables.
- Observar los comportamientos del hueso ante las distintas modalidades de percusión, ya sea directa con un canto de cuarcita/arenisca o indirecta con una lasca de cuarcita o sílex como elemento mediador entre el percutor y el hueso. La elección de estos tipos específicos de materia prima (cuarcita o arenisca) se debe a que se ha tomado como referente para la experimentación el yacimiento cantábrico del Paleolítico Medio Esquilleu, en el que se constata un predominio de estas materias primas. Dentro de las modalidades de percusión se llevarán a cabo la flexión y el lanzamiento.
- Con el objetivo de comprobar si las fracturaciones se debieron a causas ajenas a la intención humana se realizará el *trampling*.
- Comprobar qué tipo de fracturación ósea es más eficaz para la obtención de tuétano, considerando como variables: parte anatómica (metacarpos/metatarsos), estado del hueso (fresco, seco, quemado), posición del hueso en el momento de la fracturación, tipos de percusión y *trampling*.
- Descartar, en parte, la cuestión planteada de que fueran buscando una forma predeterminada de fracturación para la elaboración de un útil en hueso. Se dice en parte ya que nunca se sabrá claramente lo que ocurrió en ese momento de desarrollo de la Humanidad.

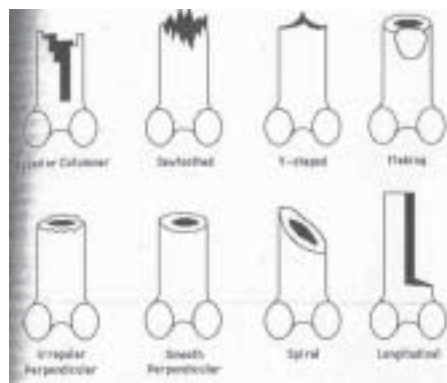
### ***ALGUNAS NOCIONES***

Los ***tipos de percusión*** que utilizaremos en el presente trabajo son los siguientes:

- Directa: golpeando directamente sobre el hueso con un percutor de cuarcita o arenisca. La posición del hueso será tanto horizontal, golpeando a lo largo de toda la diáfisis, como vertical, golpeando en la epífisis.
- Indirecta: con una lasca como elemento mediador entre el percutor y el hueso. La posición del hueso también será horizontal como vertical.
- Flexión: Colocando una de las epífisis sobre el yunque y otra sobre el suelo, de modo que la diáfisis que da inclinada y no está apoyada en ningún lugar. Golpeamos en esta con un canto.
- Lanzada: Lanzamiento del hueso con fuerza sobre el suelo.
- *Trampling*: no se trata exactamente de ningún tipo de percusión, pero es una variable que debemos tener en cuenta para observar el comportamiento de los metapodios y comprobar si estos se fracturan o no.
- Quemado de las zonas adyacentes a la zona del hueso que se desea.

### ***Tipos de fracturación:***

- longitudinal
- transversal
- oblicua
- desprendimiento de esquirlas
- fractura parcial, sobre todo en epífisis y huesos esponjosos



**Fig. 1:** Tipos de fracturación según R. Lee Lyman

Respecto a los distintos **ángulos** conseguidos en el borde de impacto:

- agudo
- recto
- obtuso

### ***Tipos de morfología del borde de impacto:***

- Sinuoso o irregular
- Denticulado
- Escalonado
- Apuntado o en V
- Liso

## ***PROCESO EXPERIMENTAL***

En primer lugar se realiza la elección de seis metacarpos y seis metapodios tanto en estado fresco como en seco. La siguiente fase consiste en la preparación de los metapodios frescos de ciervo mediante la extracción de la piel y los tendones con los filos cortantes de diversas lascas de sílex. A continuación se lleva a cabo una ligera limpieza de éstos con alcohol etílico diluido en agua.

En este cuarto paso se procede al siglado de los huesos y a la toma de medias. En resumen, las medidas de los metapodios de ciervos se simplifican en los siguientes cuadros:

<b>FRESCOS</b>	<b>Longitud (cm)</b>	<b>Anchura (cm)</b>	<b>Grosor (cm)</b>	<b>Peso(gr)</b>
Metacarpo	22'2	1'6	1'5	97'5
Metatarso	26'5	1'9	2'2	196'5

<b>SECOS</b>	<b>Longitud (cm)</b>	<b>Anchura (cm)</b>	<b>Grosor (cm)</b>	<b>Peso(gr)</b>
Metacarpo	22'7	1'9	2'0	103
Metatarso	26'3	2	2'2	126'3

### *Fracturaciones hueso fresco*

**- Metacarpo 1:**

<b>Técnica de percusión</b>	Indirecta
<b>Elemento intermediario entre hueso-percutor</b>	Lasca de cuarcita o sílex de grano grueso
<b>Percutor</b>	Cuarcita
<b>Yunque</b>	Canto de cuarcita de superficie plana
<b>Posición metapodio</b>	Horizontal sobre zona ventral o dorsal

Se coloca el hueso en yunque de piedra sobre su parte ventral.

En un principio se trata de fracturar las epífisis distal y proximal pero es inútil ya que su interior está formado por tejido esponjoso, al contrario que la diáfisis, y por tanto es más resistente.

De modo que se pasa a atacar la diáfisis y tras unos 7 minutos se desprende del hueso una esquirla ósea con forma de lasca que deja un negativo en el hueso.

A los 12 minutos finalizamos el proceso de fracturación.

*Observaciones finales:* tipo de fractura longitudinal, bordes agudos y desprendimiento de lasquitas de tamaño pequeño en el interior, de las que sólo quedan los negativos.

**- Metacarpo 2:**

<b>Técnica de percusión</b>	Directa
<b>Percutor</b>	Cuarcita
<b>Yunque</b>	Canto de cuarcita de superficie plana
<b>Posición metapodio</b>	Horizontal sobre zona ventral o dorsal

Se coloca el metacarpo de la misma forma que el anterior, sobre su zona ventral. Se intenta fracturar la epífisis pero como en el caso anterior es imposible fracturarlo, de modo que se pasa a golpear la diáfisis y a los 5 segundos se consigue la primera fractura longitudinal (fig. 3). Al minuto aproximadamente está fracturado totalmente (fig. 4).



Fig. 2: Proceso de fracturación directa sobre metacarpo 2 fresco



Fig 3: Fracturación completa del metacarpo 2 fresco

**- Metacarpo 3:**

<b>Técnica de percusión</b>	Directa
<b>Percutor</b>	Cuarcita
<b>Yunque</b>	Canto de cuarcita de superficie plana
<b>Posición metapodio</b>	Vertical sobre la epífisis proximal o distal

A los 8 minutos aproximadamente se para y lo único que se ha conseguido es machacar la epífisis proximal mediante el efecto de contragolpe y la epífisis distal mediante el efecto de la percusión directa. Por tanto consideramos como no factible esta modalidad de fracturación.

<b>Técnica de percusión</b>	Indirecta
<b>Elemento intermediario</b>	Lasca de cuarcita o sílex de grano grueso
<b>Percutor</b>	Cuarcita
<b>Yunque</b>	Canto de cuarcita de superficie plana
<b>Posición metapodio</b>	Horizontal

Ahora se trata de conseguir una fractura transversal en la zona media de la diáfisis para observar el comportamiento del hueso, aprovechando así la diáfisis que ha quedado intacta tras el proceso anterior. Se traza una hendidura en la caña para poder adaptar mejor la lasca y se hace una muesca a la lasca para que se acople a la morfología del hueso.

Tras el 1'36 minutos se consigue fracturar la diáfisis.

*Observaciones finales:* tipo de fractura de diáfisis transversal; el borde de la fractura es dentado e irregular en la parte en la que se golpea, mientras que en la contraria es de morfología lisa.

**- Metacarpo 4:**

<b>Técnica de percusión</b>	Indirecta
<b>Elemento intermediario entre hueso-percutor</b>	Lasca de cuarcita o sílex de grano grueso
<b>Percutor</b>	Cuarcita
<b>Yunque</b>	Canto de cuarcita de superficie plana
<b>Posición metapodio</b>	Vertical sobre epífisis proximal o distal

En un principio se trata de fracturar el hueso a partir de la epífisis distal, introduciendo la lasca en la acanaladura. Se tiene que cambiar continuamente de lascas ya que el filo se va mellando y los fragmentos quedan incrustados en el interior de la acanaladura.

Tras 9'37 minutos no se consigue fracturar la parte distal y se trata de hacerlo por la zona proximal durante 7 minutos sin conseguir nada.

*Observaciones finales:* Esta modalidad de percusión no ha sido factible y, al igual que la anterior, se debe a la mayor resistencia de las epífisis por estar compuestas interiormente de tejido esponjoso.

**- Metacarpo 5:**

<b>Técnica de percusión</b>	Flexión
<b>Percutor</b>	Cuarcita
<b>Yunque</b>	Canto de cuarcita de superficie plana
<b>Posición metapodio</b>	Extremo distal apoyado en yunque y el proximal en el suelo, de modo que la diáfisis no apoya en ningún lugar

Se golpea la diáfisis y tras 27 segundos aproximadamente se fractura sin mucha dificultad.

*Observaciones finales:* fractura transversal; bordes dentados e irregulares.

**- Metacarpo 6:**

<b>Técnica de percusión</b>	Lanzada
<b>Material sobre el que se lanza</b>	Cemento

Se lanza el hueso contra el suelo de cemento por una persona de sexo masculino con una altura de 1'75 y un peso de 75 kg. Se produce una fractura transversal-oblicua al segundo intento.  
*Observaciones finales:* fractura transversal-oblicua; bordes lisos.



Fig. 4: Resultado de la fracturación mediante lanzamiento del metacarpo 6 fresco

**Fracturaciones hueso seco**

**- Metacarpo 1:**

<b>Técnica de percusión</b>	Indirecta
<b>Elemento intermediario entre hueso-percutor</b>	Lasca de cuarcita o sílex de grano grueso
<b>Percutor</b>	Cuarcita
<b>Yunque</b>	Canto de cuarcita de superficie plana
<b>Posición metapodio</b>	Horizontal sobre zona ventral o dorsal

Se apoya el hueso en el yunque sobre su zona dorsal.  
 Se consigue fracturar el hueso a los 6 segundos en la zona media de la diáfisis produciendo una fractura irregular-dentada.  
 Al minuto aproximadamente se consigue fracturar el metacarpo completamente de forma longitudinal, incluyendo la epífisis proximal.



Fig. 5: Primera fracturación del metacarpo 1 seco



Fig. 6: Resultado final de la fracturación del metacarpo 1 seco

*Observaciones finales:* diferentes tipos de fracturas tales como transversal-irregular y longitudinal a lo largo del canal de la cara dorsal. El último tipo de fractura presenta un borde liso, con negativos de tres lascas, dos de mayor tamaño y una más pequeña. A raíz de estas fracturaciones también se desprendieron numerosas astillas óseas de diferente tamaño.

**- Metacarpo 2:**

<b>Técnica de percusión</b>	Directa
<b>Percutor</b>	Cuarcita
<b>Yunque</b>	Canto de cuarcita de superficie plana
<b>Posición metapodio</b>	Horizontal sobre zona ventral o dorsal

Se coloca el hueso apoyado sobre la zona ventral golpeando sobre la zona dorsal. A los 10 segundos se fractura el hueso por la diáfisis. Se trata de fracturar la epífisis distal con el canto y al minuto aproximadamente se consigue fracturar un trozo. Tras golpear la epífisis durante unos 8 segundos se fractura en dos mitades.



*Observaciones finales:* Tipos de fractura longitudinal. Los ángulos del borde son en su mayoría rectos, excepto en la zona proximal con ángulos agudos y bordes irregulares.

Fig. 7: Fracturación de la epífisis proximal del metacarpo2 seco.

**Metacarpo 3:**

<b>Técnica de percusión</b>	Directa
<b>Percutor</b>	Cuarcita
<b>Yunque</b>	Canto de cuarcita de superficie plana
<b>Posición metapodio</b>	Vertical sobre la epífisis proximal o distal

Se golpea en la epífisis distal de forma vertical directa. El resultado de este proceso fue la fracturación del extremo contrario, es decir, el que estaba en contacto directo con el yunque, por efecto del contragolpe.

Se percute sobre la epífisis proximal consiguiendo a los 42 segundos aproximadamente una fractura longitudinal. Tras 2 minutos más, se completa la fracturación.





Fig. 8: Resultado de la fracturación del metacarpo 3 seco

*Observaciones finales:* Despredimiento de lasquitas exteriores de la zona epífisis proximal y la diáfisis; los ángulos de los bordes son muy variados.

**Metacarpo 4:**

<b>Técnica de percusión</b>	Indirecta
<b>Elemento intermediario entre hueso-percutor</b>	Lasca de cuarcita o sílex de grano grueso
<b>Percutor</b>	Cuarcita
<b>Yunque</b>	Canto de cuarcita de superficie plana
<b>Posición metapodio</b>	Vertical sobre epífisis proximal o distal-

Sucede lo mismo que con el hueso fresco, tras unos minutos de percusión lo único que se consigue es mellar varias lascas sin llegar a la fracturación.

- **Metacarpo 5:**

<b>Técnica de percusión</b>	Flexión
<b>Percutor</b>	Cuarcita
<b>Yunque</b>	Canto de cuarcita de superficie plana
<b>Posición metapodio</b>	Extremo distal apoyado en yunque y el proximal en el suelo; la diáfisis no apoya en ningún lugar

Se llevan a cabo los mismos pasos que con el metacarpo 5 fresco y a los 22 segundos se produce una fractura en forma de V o apuntada en la diáfisis del hueso.



Fig. 9: Resultado final de la fracturación del metacarpo 5 seco



*Observaciones finales:* Fractura en V o apuntada. Bordes escalonados y lisos. Ángulos de fracturación oblicuos.

**Metacarpo 6:**

Técnica de percusión	Lanzada
Material sobre el que se lanza	Cemento-

Se lanza contra una pared de cemento desde una distancia de unos 1,10 metros por una persona de sexo femenino de 1,82 m de altura y 72 kilogramos. Se fractura al primer intento.

*Observaciones finales:* fractura con forma de trapecio. En la zona del canal, el borde presenta un ángulo recto.

***Tras esta toma de contacto con los metacarpos frescos y secos de ciervo, se desarrollará a partir de aquí una selección de algunas modalidades de fractura que se consideraron que pudieran aportar más datos para el desarrollo de la segunda parte del trabajo que estudia el posible retoque sobre fragmentos óseos. Este estudio es desarrollado por Laura Dapena Albiach y el Dr. Javier Baena Preysler en otro artículo presente en esta misma revista. Se utilizarán aquí algunos metacarpos que no consiguieron fracturarse anteriormente y por tanto son aprovechables para las modalidades de fractura aquí seleccionadas.***

### CONCLUSIONES

Los agentes que originan la fracturación de los huesos son varios, pero en este estudio sólo se ha tratado el de la fracturación intencionada por parte del hombre y el *trampling*.

La estrategia que se emplea en los huesos largos suele ser siempre la misma: se fracturan por partes articulares para separarlas de la diáfisis y, posteriormente, éstas son partidas longitudinalmente. En este sentido hay que hacer varias observaciones:

- 1) La fractura transversal es bastante menos productiva que la longitudinal. Esta última permite la obtención de la totalidad de la médula y de fragmentos con filos cortantes que quizás fueran utilizados como instrumentos.  
En cuanto al modo de fractura longitudinal y con percusión directa se puede observar que el hueso se fractura en un elevado número de fragmentos, sin embargo, con percusión indirecta situando la lasca en los canales del hueso de la zona dorsal o ventral no ocurre lo mismo, sino que el número de fragmentos es menor y, a su vez, éstos son de mayor tamaño y más alargados.  
Esta última percusión produce mayor número de lascas óseas que se podrían confundir con un retoque continuo- penetrante en la superficie del hueso; esto ocurre especialmente en los huesos secos, que poseen una superficie lisa, poco rugosa, en la que la lasca de cuarcita o sílex, con la que se intenta fracturar el hueso, se desliza rápidamente, extrayendo una o varias lascas óseas. Otra de las variables que se ha propuesto en cuanto al mayor o menor número de lascas es la fuerza y forma del golpe, pues se ha observado que si la fuerza es media y se aplican golpes continuos se desprende un mayor número de lascas.

- 2) La epífisis sólo se ha podido fracturar sagitalmente en huesos secos, en los frescos no ha sido posible. Esto se debe a la composición esponjosa del interior de las epífisis que es más resistente y elástica en los huesos frescos, mientras que en los huesos secos va desapareciendo.
- 3) Una de las posibilidades de fractura que se pensó fue la vertical directa e indirecta, colocando el hueso perpendicularmente al yunque y golpeando directamente con un percutor de cuarcita o bien indirectamente con lasca de cuarcita o sílex. Esta forma de percusión no fue factible, no se logró ni en huesos frescos ni en secos, salvo alguna excepción en huesos secos. En estos últimos, al golpear en la epífisis directa o indirectamente se producía por efecto de contragolpe la fractura del extremo opuesto de epífisis al que se golpeaba.
- 4) El estado del hueso es de suma importancia a la hora de fracturar. En este estudio sólo se tuvo en cuenta el estado fresco, seco y medio quemado. Esta última posibilidad no dio tiempo a llevarla a la práctica, aunque sería muy interesante realizarla, pues el hueso en este estado se cristaliza, adquiriendo mayor fragilidad y, como consecuencia, fácil fractura. Si se llevara a la práctica esta experimentación, se tendría que alcanzar el punto de quema exacto sin llegar a calcinar el hueso.

Por otro lado las fracturas deben cotejarse con las marcas de carnicería (incisiones, rasca-dos, etc.) y con el *trampling* para una correcta determinación.

Se ha comprobado que a través del *trampling* o pisoteo no se ha conseguido la fracturación de metapodios enteros ni en estado fresco ni en seco. Como mucho se han modificado los fragmentos de diáfisis que tienen ángulos agudos que ceden ante la presión del pisoteo dejando los negativos de las esquirlas óseas desprendidas, similares a los producidos por la percusión de los huesos en su proceso de fracturación.

La causa central de fracturación de huesos largos es la extracción de la médula. Hay una serie de ideas que pueden caracterizar una parte de la economía cazadora:

- La casi totalidad de los huesos de las piezas cazadas son fracturados.
- Los huesos con escaso contenido medular (mandíbula, escápula, pelvis y falanges) son fracturados.
- Se aprovecha la grasa del contenido esponjoso (epífisis y costilla).
- Se obtiene la grasa de las cavidades de la cabeza, someténdola a un proceso muy preciso de fracturación.
- Los huesos largos de conejo son fracturados. Asimismo, se ha observado que ocurre lo mismo con los de las aves.
- En la dieta entran en consideración otros pequeños animales, que a veces se les clasifica pero no se les da una conveniente valoración, tanto mamíferos y anfibios como peces.
- El resultado final es una fragmentación más o menos considerable.

De todos estos aspectos se desprende una idea clave: en una economía cazadora el hombre obtiene sus recursos de la naturaleza, aprovechando al máximo las posibilidades alimenticias de cada pieza cazada.

## BIBLIOGRAFÍA

ALTUNA, J. y MARIEZKURRENA, K. (1984) "Bases de subsistencia de origen animal en el yacimiento de Ekain (Deba, Guipúzcoa)". Sociedad de estudios vascos Serie B1. 211-280.

ANCONETANI, P; EVANGELISTA, L; PERETTO, C; THUN HOHESTEIN, U. (1998). Experimental bone fracturing for marrow extraction. En XIII International Congress of prehistoric and protohistoric sciences. Forli 8-14. Septiembre. 211-217.

ANCONETANI, P. (1998) A proposed typology of bone breakage. En XIII International Congress of prehistoric and protohistoric sciences. Forli 8-14. Septiembre. Tomo A. 81-87.

- (1995) An experimental approach to intentional bone fracture: a case study from the middle pleistocene site of Isernia la Pineta. En Actes du Colloque "The role of early humans in accumulation of European lower and Middle Paleolithic Bone assemblages", Monrepos (Germany)

ANCONETANI, P; DÍEZ, C; ROSELL, J. (1998). Intentional bone fracturing for marrow extraction in Atapuerca (Spain) and Isernia La Pileta (Italy). Lower Paleolithic sites. En XIII International Congress of prehistoric sciences. Forli 8-14. Septiembre. Tomo 2. 445-451.

BLASCO SANCHO, M. F. (1995) Hombres, fieras y presas, estudio arqueológico y tafonómico del yacimiento del Paleolítico Medio en la Cueva de Gabasa I Huesca.

MATEOS CACHORRO, A. (1999) El consumo de grasa en el Paleolítico Superior. Implicaciones paleoeconómicas: nutrición y subsistencia. Espacio, tiempo y forma I. Prehistoria y Arqueología, 12. 169-181.

PÉREZ RIPOLL (1992) Marcas de carnicería, fracturas intencionales y mordeduras de carnívoros en huesos prehistóricos del Mediterráneo español. Instituto de Cultura, Juan Gil Albert y Diputación Provincial de Alicante.