

# Un caso de Arqueología Experimental aplicado a la Arqueología Musical<sup>1</sup>

## A case of Experimental Archaeology applied to Music Archaeology

Carlos Mazo Pérez<sup>2</sup>

Carlos García Benito<sup>3</sup>

Marta Alcolea Gracia<sup>4</sup>

### Resumen

*Evaluamos en este estudio las posibilidades organológicas y el rendimiento musical del aerófono gravetiense más completo recuperado en el yacimiento de Isturitz, a partir de dos réplicas del original realizadas en ulnas de buitre leonado (*Gyps fulvus*). Estas réplicas, obtenidas mediante una cadena operativa de acciones muy simples, nos permiten dar cuenta de su rendimiento acústico según tres formas de producir su sonido. También se han analizado las alteraciones laborales producidas en los útiles líticos utilizados y en la superficie trabajada de los huesos.*

**Palabras clave:** *Isturitz, aerófono, cadena operativa, análisis de huellas de uso, acústica, sonido.*

### Abstract

*We evaluate in this study the organological possibilities and musical performance of the most complete gravettien aerophone recovered at the site of Isturitz, from two replicas of the original made in ulnas of griffon vulture (*Gyps fulvus*). These replicas, obtained with a «chaîne opératoire» of very simple actions allow us to account for their acoustic performance in three ways to produce sound. The use-wear generated in the used stone tools and manufacturing traces on the bones are also analyzed.*

**Keywords:** *Isturitz, aerophone, chaîne opératoire, use-wear analysis, acoustics, sound.*

### Introducción

El reconocimiento de marcas de origen antrópico tales como cortes, fracturas o raspados, registrados sobre partes esqueléticas con muy escaso o nulo aporte cárnico, en especies de aves a las que nosotros, además, no les otorgamos un particular interés para el consumo (como rapaces y córvidos), o la presencia también de residuos de plumas en algunos úti-

les, ha servido para sugerir un posible aprovechamiento de recursos aviares con finalidad no alimentaria en contextos europeos del Paleolítico Medio (Mourer-Chauviré, 1975 y 1989; Hardy et al., 2001; Fiore et al., 2004; Soressi et al., 2008; Dibble et al., 2009; Gaudzinski y Niven, 2009; Laroulandie, 2010; Hardy y Moncel, 2011; Peresani et al., 2011; Finlaysson et al., 2012; Morin y Laroulandie, 2012; Romandini et al., 2014;

1. Departamento de Ciencias de la Antigüedad, Área de Prehistoria, Universidad de Zaragoza. C/ Pedro Cerbuna 12, 50009 Zaragoza (Spain). Grupo de Investigación Primeros Pobladores del Valle del Ebro. IUCA.

2. cmazo@unizar.es

3. cgb@unizar.es

4. malcolea@unizar.es

Radovčić et al., 2015). Esa supuesta utilidad, que resulta sumamente sugestiva y que se ha puesto en relación con comportamientos de carácter simbólico, se apoya en cualquier caso en pruebas hasta ahora indirectas. Por el momento no es sino hasta la llegada de los humanos anatómicamente modernos y el desarrollo de complejos propios del Paleolítico Superior, del Auriñaciense en adelante, que somos capaces de reconocer con ese fin el uso de tales recursos de forma directa. Así resulta, efectivamente, en el caso de la utilización de huesos largos de aves, ulnas y radios, en los que se practicaron perforaciones regularmente alineadas, y que son prueba irrefutable de los primeros instrumentos musicales que incorpora el registro arqueológico (Fages y Mourer-Chauviré, 1983; Conard et al., 2009).

Efectivamente, la aparición de las poblaciones anatómicamente modernas en amplias zonas de Europa parece estar relacionada con una notable variedad de cambios. Los principales rasgos que desde el punto de vista arqueológico marcan la denominada transición del Paleolítico Medio al Superior en Europa, referida de manera más grandilocuente como “revolución del Paleolítico Superior” (Gilman, 1984; Bar-Yosef, 1998), “explosión creativa” (Floss, 2006) o “big-bang sociocultural” (White, 2006), han sido planteados y analizados de forma recurrente por numerosos investigadores (Mellars, 1973, 1982, 1989a, 1989b, 1996, 2002; White, 1982, 2006; Kozłowski, 1990; Knecht et al., 1993; Soffer, 1994; Gibson, 1996; Clark, 1997; Gamble, 1999; Klein, 1999 y Hoffecker, 2002 entre otros) y seguramente constituyen sólo un parcial reflejo no sólo de todo el rango de modificaciones culturales y conductuales que se produjeron durante ese proceso, sino también en la cognición de los grupos humanos asociados.

En el registro arqueológico se documentan cambios en al menos una docena de aspectos, que van desde las transformaciones en la tecnología de la piedra a la incorporación del comercio a larga distancia (Taborin, 1993; Gamble, 1999) pasando por la introducción de nuevas formas de útiles, un aumento en la complejidad morfológica de su cadena operativa, la aparición de herramientas complejas de hueso, asta o marfil, el auge de objetos explícitamente decorativos u ornamentales, la aparición de procedimientos de numeración o notación sistemáticos, o de una gran variedad de formas de arte representativo, entre otros. Dentro de ese paquete que definiría o daría cuenta de lo que es un comportamiento moderno cabe destacar aquí la aparición de lo que se consideran, ahora sin duda, verdaderos instrumentos de música, representados por aerófonos, algunos elaborados en huesos de aves, que aparecen ya en niveles del comienzo del Paleolítico Superior, como ocurre en Geissenklösterle (Hahn y Münzel, 1995).

### Tubos perforados para su digitación

El inicial catálogo elaborado por Fages y Mourer-Chauviré (1983) se ha incrementado de forma notable con el tiempo (Scothern, 1992; Morley, 2013; García Benito, 2014), pero la relación de los restos que se tienen como tales desde luego que bien puede ser objeto de alguna discusión entre los investigadores. No siempre las opiniones son coincidentes acerca de la verdadera naturaleza de algunas de esas evidencias: bien por lo poco adecuado que se antoja a veces el hueso que porta las perforaciones, como por ejemplo en Potočka Zijalka (Omerzel-Terlep, 1996; Verpoorte, 2012), por el dudoso origen de éstas, antrópico o no, como en Divje Babe I (Turk, 1997; Diedrich, 2015), o incluso por ambas cosas. A veces procesos naturales como abrasiones mecánicas, alteraciones químicas, o la acción de carnívoros o de roedores, como quizás en Istállóskő (Horusitzky, 2003), o incluso aún de insectos, pueden modificar el aspecto de los huesos (d’Errico y Villa, 1997; d’Errico et al., 1998), llegando a generar perforaciones que pueden interpretarse erróneamente y atribuirse falsamente al proceso de fabricación de uno de esos instrumentos.

Nosotros consideramos que son 12 los yacimientos que han aportado evidencias firmes de este tipo, hasta alcanzar un total de 40 tubos en hueso y en marfil (Conard, 2007; Conard y Malina, 2008), la gran mayoría muy fragmentados (tabla 1). De este total 23 se han realizado sobre ulnas o radios de aves: cisne (*Cygnus cygnus*), águila real (*Aquila chrysaetos*), quebrantahuesos (*Gypaetus barbatus*), y en mayor medida presuntamente buitre (*Aegypius monachus* y *Gyps fulvus*); en tanto que 10 más podrían estar fabricados también en huesos de ave aunque el fragmento conservado no permite una clasificación taxonómica precisa. Y una buena parte de ese lote, 17 de entre las 23 y cinco de entre las 10 proceden de la cueva francesa de Isturitz (Saint Martin d’Arberoue).

Por su número y por el hecho de que su presencia se registra a lo largo de todos los niveles del Paleolítico Superior la serie de Isturitz es ciertamente única. Recuperados en excavaciones realizadas por E. Passermard entre 1912 y 1922 y por R. y S. Saint-Périer entre 1928 y 1950, el conjunto fue revisado cuatro décadas después por D. Buisson (1990).

La estimación total de los restos allí recuperados no es en cualquier caso inmediata (Morley, 2013). D. Buisson excluyó de su estudio 5 fragmentos sin perforación, 2 de los cuales aparecen en el documentado artículo de Lawson y d’Errico (2002), o con perforación dudosa, aunque por el tratamiento de su superficie o la regularización de algún extremo resultaban comparables a los restos analizados. También excluyó un número no concretado de tubos con una perforación, pero que estando próxima a un extremo regularizado consideró destinada

a otro fin. El total de tubos perforados que describió ascendía a 21, aunque en la figura que aporta la publicación y en la que se recapitulan los restos por niveles aparecen dibujados 22 (Buisson, 1990; fig. 11).

En nuestra tabla hay 22 entradas para el yacimiento de Isturitz para un total de 23 restos, incluyéndose los 21 descritos por Buisson y los restos signados como Ist SP52C e Ist SP52E (Scothern, 1992). En nuestra opinión el fragmento que Buisson incluyó en la citada figura sin llegar a describirlo, y que es el que aparece en Saint-Périer y Saint-Périer (1950, tabla VII inferior izquierda) es el Ist SP52C. Dado que no hemos tenido oportunidad de manejar los restos directamente, no hay otra razón para plantear esa identidad que la de la simple coincidencia de su longitud con la que se deduciría del dibujo de Buisson, a pesar de que Morley (2013) lo asimila al Ist SP52. Así pues consideramos que son 23 los fragmentos de tubos perforados de Isturitz, de los que 2, el F3 $\alpha$  1914 75252 y el A3-Ist. III 1939 83888 forman parte de un mismo instrumento, que aunque físicamente no esté completo organológicamente puede considerarse como tal.

El fragmento superior fue recuperado por Passemard en 1914 en su nivel F3 de la Grande Salle o Salle d'Isturitz y permaneció inédito hasta la revisión de Buisson en 1990, en tanto que el inferior lo recuperaron R. y S. Saint Périer en 1939 en su capa III. La validez de las divisiones estratigráficas establecidas en aquellas excavaciones ha suscitado algunas dudas, que han restado precisión a la atribución estratigráfica y cultural de los restos. H. Delporte ya estableció una equivalencia estratigráfica entre las secuencias de ambas excavaciones y ambas salas (Grande Salle y Salle de Saint-Martin), correlacionando los niveles F3 y C de Passemard con los niveles IV y III, respectivamente, de R. y S. Saint Périer (Delporte, 1974 y 1980-81). Más recientemente otros investigadores han abordado igualmente lecturas críticas de partes de esa secuencia estratigráfica (Esparza San Juan, 1990; Goutas, 2004; Petillón, 2004; Normand et al., 2007) en orden a una mayor y mejor clarificación. De resultados de todo ello el tubo en cuestión, como la mayor parte de los recuperados, debe asignarse al Gravetiense. Sólo uno tendría cronología Auriñaciense y 4 se reparten entre el Solutrense y el Magdaleniense.

Por la morfología de los tubos y por la presencia de los agujeros alineados y regularmente separados, tanto las evidencias de Isturitz como otras de igual carácter halladas en otros yacimientos, fueron considerados desde muy pronto instrumentos musicales, en concreto flautas (un instrumento musical de la familia de los aerófonos), y así se ha manifestado repetidamente en las publicaciones (Passemard, 1923; Buisson, 1990; Münzel et al., 2002; Horusitzky, 2004 o Conard et al., 2009, entre otros); aunque se hayan planteado variantes en

cuanto al modo de hacerlas sonar en función de la mayor o menor simplicidad de su embocadura: con o sin pico, con una embocadura añadida de materia orgánica o mineral; o de la posición del instrumento musical a la hora de utilizarse como tal: al modo de flauta recta, a la manera de la Kéna, o de forma oblicua, o incluso como flauta travesera (Absolon, 1937; Buisson, 1990; Le Gonidec et al., 1996).

Dado que como acabamos de decir el aerófono F3 $\alpha$  1914 75252/A3-Ist. III 1939 83888 es una pieza que desde el punto de vista organológico puede considerarse completa (Le Gonidec et al., 1996), se convierte en un instrumento ideal para evaluar su rendimiento musical y sus posibles formas de utilización. No es extraño por tanto que estas cuestiones hayan sido ya abordadas por otros investigadores basándose en él, aunque con más o menos grado de aproximación.

Así por ejemplo Buisson y Dartiguepeyrou (1996), que reprodujeron el proceso de fabricación, indicaron que el instrumento era capaz de producir melodías complejas. Por su parte Le Gonidec, con una reproducción en la que parece que no se eliminó la epífisis proximal del hueso (Le Gonidec et al., 1996, fig. 3), la supuesta zona distal del aerófono, apuntó que la morfología de la embocadura, relativamente poco elaborada y en principio carente de cualquier adaptación para ser tocada como una flauta, dejaba al músico la elección de las posibles modalidades de cómo hacer sonar el instrumento, una de ellas como trompa. Lawson y d'Errico (2002), que realizaron y utilizaron una réplica en epoxy y poliéster, añadieron a la embocadura una lengüeta de carrizo o caña común (*Phragmites australis*), en tanto que más recientemente Wyatt (2012) ha planteado y analizado el abanico más amplio de posibilidades (flauta, trompa, clarinete con diferentes tipos de lengüetas) sobre unas reproducciones bastante poco realistas.

Nosotros hemos realizado dos réplicas de este tubo perforado (fig. 1), registrando también los detalles de su proceso de fabricación. El objetivo primario de la reproducción experimental ha sido el de contar con tubos lo más próximos al real, con los que abordar un estudio arqueomusicológico a partir del cual plantear posibilidades acerca de sus posibles rendimientos musicales, documentando, secundariamente, su proceso de fabricación, así como las modificaciones experimentadas en la superficie del hueso como consecuencia de las diferentes fases de fabricación y también en los artefactos líticos utilizados.

## Materiales y medios utilizados

El requerimiento básico para la realización de un tubo perforado es el tubo. La naturaleza proporciona algunos materiales, unos más accesibles que otros, que resultan

<i>Yacimiento/ Evidencia</i>	<i>Especie/Parte esquelética</i>	<i>Agujeros (Forma/ Producción)</i>	<i>Cronología</i>	<i>Referencias</i>
Blanchard	Ave/?	6 (?/?)	Auriñaciense	Morley, 2013
Garrigue	?	2 (circular/perforación)	Magdaleniense	Vircoulon y Defarge, 1977; Scothern, 1992; Morley, 2013
Geißenklösterle 1	Cisne/ Radio	3 (ovalada/raspado)	Auriñaciense 43150-39370 cal BP	Seeberger, 1998; Hahn y Münzel, 1995; Hahn, 1995, 1999; Hein, 1998; Münzel et al., 2002; Conard et al., 2004; Tarasov, 2005; Conard, 2007b; Conard y Malina, 2008; Higham et al., 2012; Morley, 2013
Geißenklösterle 2	Cisne/ Radio	2 (ovalada/raspado)	Auriñaciense 43150-39370 cal BP	Hahn and Münzel, 1995; Hahn, 1995, 1999; Hein, 1998; Münzel et al., 2002; Conard et al., 2004; Tarasov, 2005; Conard, 2007b; Conard y Malina, 2008; Higham et al., 2012; Morley, 2013; Seeberger, 1998
Geißenklösterle 3	Mamut/ Marfil	4 (ovalada/raspado)	Auriñaciense 43150-39370 cal BP	Münzel et al., 2002; Conard et al., 2004; Conard, 2007b; Conard y Malina, 2008; Higham et al., 2012; Morley, 2013
Grubgraben	Reno/ Tibia derecha	3 (circular/perforación)	Gravetiense 19000 BP	Einwögerer y Käfer, 1998; Käfer, 1998; Käfer and Einwögerer, 2002; Morley, 2013
Hohle Fels 1	Buitre leonado/ Radio	5 (ovalada/raspado)	Auriñaciense 40000-35000 BP	Conard y Malina, 2008; Conard et al., 2009; Tarasov, 2009; Ringot, 2012; Wyatt, 2012; Morley, 2013
Hohle Fels 2	Mamut/ Marfil	1 (?/raspado)	Auriñaciense 40000-35000 BP	Conard y Malina, 2008; Conard et al., 2009; Morley, 2013
Hohle Fels 3	Mamut/ Marfil	?	Auriñaciense 40000-35000 BP	Conard y Malina, 2008; Conard et al., 2009; Morley, 2013
Isturitz IA Sup 1921 77142	Rapaz diurna (probablemente buitre)/Ulna derecha	3 (ovalada/raspado)	Auriñaciense	Passemard, 1923; Megaw, 1960; Buisson, 1990, 1994; Lawson y d'Errico, 2002; Morley, 2013
Isturitz Ist. III 1939 83888	Ave//?	2 (ovalada/raspado)	Gravetiense	Saint-Périer y Saint-Périer, 1952; Buisson, 1990, 1994; Morley, 2013
Isturitz Ist. III 1939 83888	Ave/?	1 (ovalada/raspado)	Gravetiense	Saint-Périer y Saint-Périer, 1952; Buisson, 1990, 1994; Morley, 2013
Isturitz Ist. III 1939 83888	Rapaz diurna/ Ulna derecha	3 (ovalada/raspado)	Gravetiense	Saint-Périer y Saint-Périer, 1952; Buisson, 1990, 1994; Lawson and d'Errico, 2002; Morley, 2013
Isturitz Ist. III 83888	Ave/ Ulna?	3 (2 circular; 1 cuadrangular/raspado)	Gravetiense	Saint-Périer y Saint-Périer, 1952; Buisson, 1990, 1994; Scothern, 1992; Morley, 2013
Isturitz IF3α 1914 75252 – A3–Ist. III 1939 83888	Quebrantahuesos/ Ulna izquierda	4 (ovalada/raspado)	Gravetiense	Saint-Périer y Saint-Périer, 1952; Megaw, 1960; Buisson, 1990, 1994; Scothern, 1992; Buisson y Dartiguepeyrou, 1996; Le Gouedic et al., 1996; Lawson y d'Errico, 2002; Wyatt, 2012; Morley, 2013
Isturitz IF3α 1914 75253 A	Rapaz diurna (probablemente buitre)/Ulna	1 (circular/raspado)	Gravetiense	Buisson, 1990, 1994; Scothern, 1992; Morley, 2013
Isturitz IF3β 21 75253 B	Rapaz diurna (probablemente buitre)/Ulna	2 (circular-oval/raspado)	Gravetiense	Buisson, 1990, 1994; Scothern, 1992; Morley, 2013
Isturitz Ist. IV 1936 83889	Rapaz diurna (probablemente buitre)/Ulna izquierda	2 (circular/perforación)	Gravetiense	Saint-Périer y Saint-Périer, 1952; Buisson, 1990, 1994; Scothern, 1992; Lawson y d'Errico, 2002; Morley, 2013
Isturitz Ist. IV 1939 83889	Rapaz diurna (probablemente buitre)/Ulna derecha	2 (ovalada/raspado)	Gravetiense	Saint-Périer y Saint-Périer, 1952; Buisson, 1990, 1994; Scothern, 1992; Morley, 2013
Isturitz Ist. IV 1939 83889	Ave pequeña/ Ulna	2 (circular/perforación)	Gravetiense	Buisson, 1990, 1994; Scothern, 1992; Morley, 2013

Yacimiento/ Evidencia	Especie/Parte esquelética	Agujeros (Forma/ Producción)	Cronología	Referencias
Isturitz Ist. IV 83889	Rapaz diurna (probablemente buitre)/Ulna izquierda	2 (circular/ perforación-raspado)	Gravetiense	Buisson, 1990, 1994; Morley, 2013
Isturitz Ist. IV 83889	Ave/?	3 (1 cuadrangular/ raspado y 2 circular/ perforación)	Gravetiense	Buisson, 1990, 1994; Morley, 2013
Isturitz Ist. IV 1939 86757 – Ist. IV 1939 SP52A – Ist. 1939	Rapaz diurna (probablemente buitre)/Ulna derecha	4 (circular/perforación)	Gravetiense	Saint-Périer y Saint-Périer, 1952; Buisson, 1990, 1994; Scothern, 1992; Lawson y d'Errico, 2002; Morley, 2013
Isturitz Ist. IV 1946 83889	Rapaz diurna (probablemente buitre)/Ulna izquierda	3 (2 ovalada/raspado y 1 circular/perforación- raspado)	Gravetiense	Saint-Périer y Saint-Périer, 1952; Buisson, 1990, 1994; Scothern, 1992; Dauvois, 2005-2006; Morley, 2013
Isturitz Ist. IV 1946 86756	Rapaz diurna (probablemente águila)/Ulna izquierda	3 (ovalada/ 1 raspado y 2 perforación)	Gravetiense	Saint-Périer y Saint-Périer, 1952; Buisson, 1990, 1994; Morley, 2013
Isturitz SP52C	Ave/?	2 (?/?)	Gravetiense	Saint-Périer y Saint-Périer, 1952; Scothern, 1992; Morley, 2013
Isturitz SP52E	Ave/ Ulna	2 ó 3 (circular/ perforación)	Gravetiense	Saint-Périer y Saint-Périer, 1952; Scothern, 1992; Morley, 2013
Isturitz Ist. III a 1939 83887	Rapaz diurna (probablemente buitre)/Ulna	2 (ovalada/raspado)	Solutrense	Saint-Périer y Saint-Périer, 1952; Buisson, 1990, 1994; Morley, 2013
Isturitz Ist. III a 1939 83887	Rapaz diurna (probablemente buitre)/Ulna derecha	2 (circular/ perforación-raspado)	Solutrense	Saint-Périer y Saint-Périer, 1952; Buisson, 1990, 1994; Morley, 2013
Isturitz IEα 1914 P1 77153	Rapaz diurna (probablemente buitre)/Ulna izquierda	2 (circular/ perforación-raspado)	Magdalenense	Buisson, 1990, 1994; Scothern, 1992; Lawson y d'Errico, 2002; Morley, 2013
Isturitz IEα 1914 P2 77153	Rapaz diurna (probablemente buitre)/Ulna	2 (circular/ perforación-raspado)	Magdalenense	Buisson, 1990, 1994; Scothern, 1992; Lawson y d'Errico, 2002; Morley, 2013
Le Placard 54931L	?	2 de digitación, 1 de soplado (?/?)	Magdalenense	Scothern, 1992; Morley, 2013
Le Placard IFB321	?	?	Magdalenense	Scothern, 1992; Morley, 2013
Lespaux	Ave/?	3 (1 romboidal) y 2 (ovalada/raspado)	Gravetiense	Coûté y Krtolitz, 1961; Roussot, 1970; Scothern, 1992; Morley, 2013
Molodova	Ciervo-Alce/ Asta	6 (circular/perforación)	Magdalenense	Fages y Mourer-Chauviré, 1983; Megaw, 1968; Scothern, 1992; Turk y Kavour, 1997; Morley, 2013
Pair-non-Pair PNP 3 60-1060-34	Quebrantahuesos/ Ulna derecha	3 (1 ovalada/raspado) y 2 (circular/perforación)	Gravetiense	Seewald, 1934; Cheynier, 1963; Roussot, 1970; Scothern, 1992; Dauvois, 1994a, 1994b; Morley, 2013
Peyrat 1	Mamífero (¿cabra?)/?	4 (circular/perforación)	Magdalenense	Cheynier, 1965; Fages and Mourer-Chauviré, 1983; Scothern, 1992; Morley, 2013
Peyrat 2	Mamífero/?	1	Magdalenense	Fages y Mourer-Chauviré, 1983
Vogelherd 1	Cisne/ Radio	1 (ovalada/raspado)	Auriñaciense > 30000 BP	Cardona y Malina, 2006; Conard, 2007b; Conard et al., 2009; Morley, 2013
Vogelherd 2	Mamut/ Marfil	1 (ovalada/raspado)	Auriñaciense > 30000 BP	Conard et al., 2009; Morley, 2013

Tabla 1. Aerófonos con perforaciones para su digitación musical. No se incluyen aquí evidencias realizadas en tubos similares pero ya identificados como silbatos (un tipo diferente de aerófono). Ejemplos: Bolinkoba, Gourdan (2 casos), Goyet 132, Gu-denushöhle, Horodnica, Le Placard (varios casos), Le Roc-de-Marcamps (4 casos), Pekarna (3 casos), etc. Tampoco se incluyen, aunque perforados, los diablos o huesos zumbadores (que son, como las bramaderas, aerófonos libres), como en Les Roches; ni tampoco los mirilitones (turutas o kazoos), como en Isturitz, Le Placard o Saint-Marcel, que son membranófonos y que en otro tiempo estuvieron incorrectamente asignados a este grupo. No se incluye la pieza de Laroux, que se puede interpretar como un silbato o como la boquilla de una flauta de una flauta que pudo ser fabricada en un material percedero. Hay otros ejemplos similares de cronología más tardía: en Inzhogfen (Neolítico), Savière (Calcolítico) y Kalenberg (Edad del Hierro).

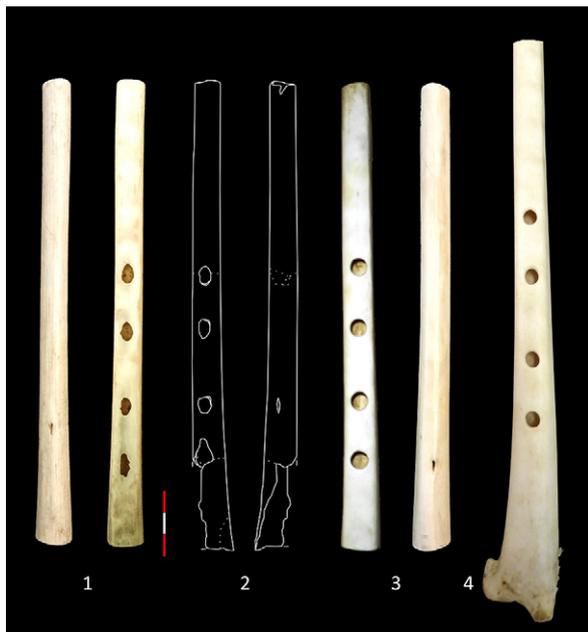


Figura 1. 1. Cara anterior y posterior del aerófono 2. Ulna izquierda de buitre leonado (*Gyps fulvus*); 2. Original, redibujado a partir de Buisson (1990; Fig. 2); 3. Cara posterior y anterior del aerófono 1. Ulna derecha de buitre leonado; 4. Tubo perforado sin la eliminación de la epífisis proximal, como fue reproducido por Le Gonidec et al., 1996.

idóneos para ese propósito, como son los tallos cilíndricos y huecos de ciertos vegetales, como por ejemplo el carrizo (*Phragmites australis*), los huesos de ciertos animales, o los cálamos o cañones de algunas plumas. De entre los huesos las ulnas de las aves, y de entre las aves algunas rapaces diurnas de la familia de los accipítridos suponen un volumen significativo del total de los tubos perforados prehistóricos que se conocen. Son huesos largos y estrechos, con forma ligeramente acampanada, con un espacio interno hueco y muy regular, por lo que el chorro de aire fluye sin obstáculos, y con un escaso espesor de su tejido óseo, lo que permite trabajarlos con facilidad. Algo parecido ocurre con los radios utilizados en los aerófonos alemanes de Hohle Fels, Vogelherd y Geissenklösterle.

Aunque no es asunto a tratar aquí si queremos apuntar que nos parece llamativo el hecho de que en los importantísimos yacimientos de la región de Suabia, en los que se registran los tubos perforados para su digitación musical más antiguos recuperados hasta la fecha, los huesos de ave utilizados son radios, y no ulnas. En cambio, en el otro gran conjunto, el de Isturitz, más moderno, son ulnas y no radios.

Según criterios en los que han primado algunos valores tipométricos, el aerófono original podría haber sido realizado sobre una ulna izquierda de quebrantahuesos (*Gypaetus barbatus*) (Buisson, 1990), si bien en la mayor parte del lote de Isturitz se utilizaron ulnas



Figura 2. Ulnas de varias rapaces diurnas dispuestas con su agujero nutricio a la misma altura. Todas corresponden a individuos que habían alcanzado su completo desarrollo. 1. De buitre negro (*Aegypius monachus*); 2. De buitre leonado (*Gyps fulvus*); 3. De quebrantahuesos (*Gypaetus barbatus*); 4. De águila real (*Aquila chrysaetos*). La diferencia entre el buitre negro y el leonado es apreciable en la mayor profundidad de la *incisura radialis* y la *impressio brachialis* en la epífisis proximal (mitad inferior de la imagen arriba, izquierda y derecha respectivamente); y de la *depressio radialis* en la distal (mitad inferior de la imagen abajo). Pero en los casos en que no se conservan la estimación de la distancia entre la parte distal del agujero nutricio y el *tuberculum carpal* (en la epífisis distal) no es un criterio determinante. Aquí por ejemplo todos los valores tipométricos de 1 (derecha) y 2 (derecha) son coincidentes. Junto a los huesos se indica el tamaño del aerófono. Salvo diferencias notables de tamaño entre especímenes actuales y prehistóricos se observa como la ulna de quebrantahuesos es un poco corta.

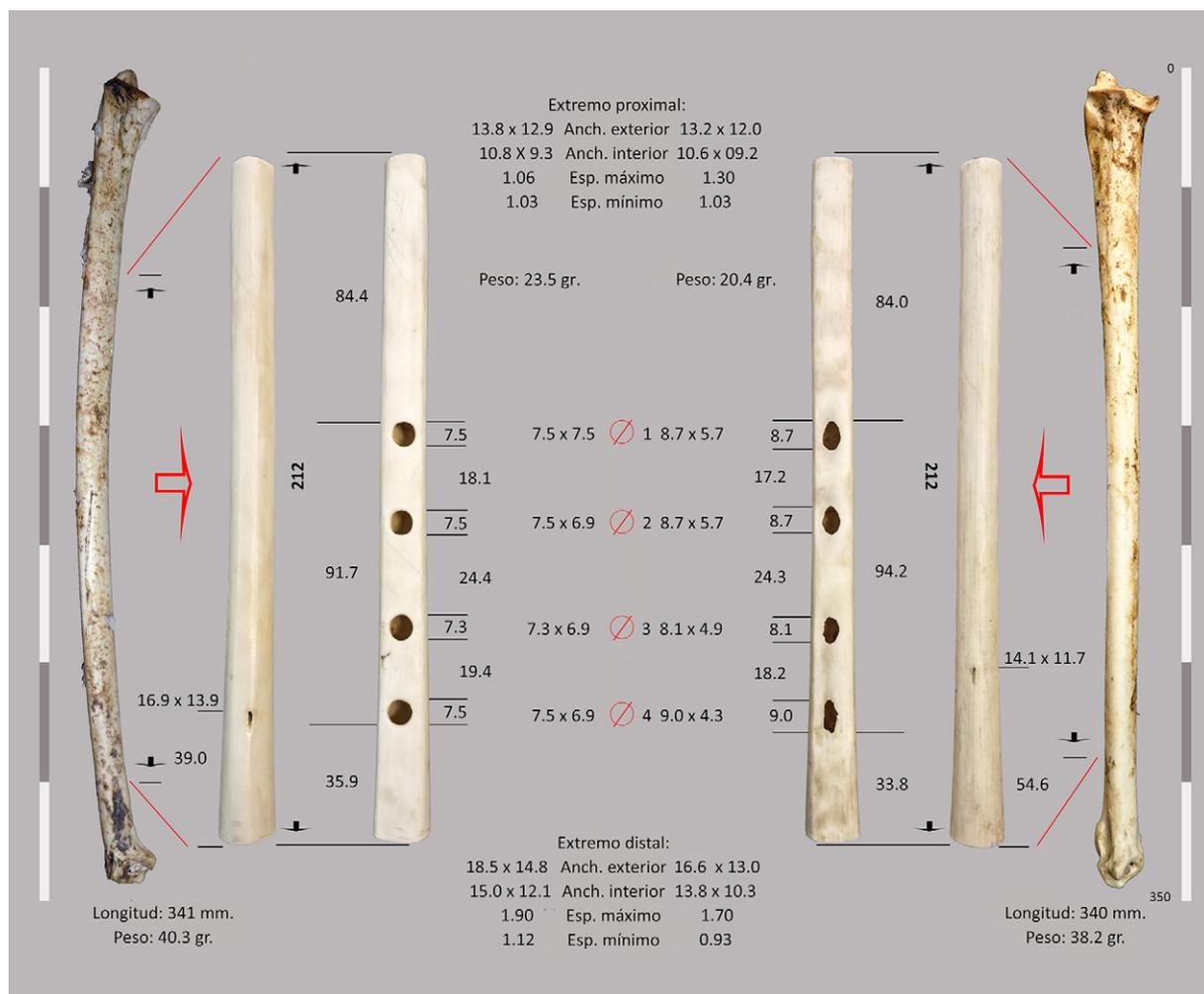


Figura 3. Características de los aerófonos reproducidos. Aerófono 1 (a la izquierda) con los agujeros obtenidos mediante perforación. Aerófono 2 (a la derecha) con los agujeros realizados por rebaje mediante raspado de la pared ósea.

de buitre (*Gyps fulvus* o *Aegypius monachus*). Ciertamente no deja de ser un poco incierta la clasificación taxonómica de estas diáfisis desprovistas de sus epífisis. En varios trabajos Moreno y Pimienta (2004 y 2007) utilizan la distancia entre el extremo distal del agujero nutricio y el *tuberculum carpale* (en la epífisis distal) para establecer, por comparación a una colección de referencia, una asignación bien a buitre negro (*Aegypius monachus*) bien a buitre leonado (*Gyps fulvus*). Es obvio que sin epífisis ese valor no deja de ser sino una estimación aproximada, y también que se da un solapamiento entre esas especies (fig. 2).

Aunque el quebrantahuesos es un ave residente en el Pirineo aragonés no hemos podido obtener ulnas de esa especie (es una especie protegida en peligro de extinción y las gestiones para acceder a uno de sus cadáveres no son pocas), y las reproducciones que hemos realizado han sido efectuadas sobre ulnas de buitre leonado (*Gyps fulvus*). Esto implica que aunque

la longitud de los tubos sea exactamente la misma (212 mm) y también la ubicación de las perforaciones, las anchuras y espesores de nuestros tubos son ligeramente mayores que las del original, como le ocurrió, y por la misma razón, a la reproducción de Buisson y Dartiguepeyrou (1996).

Hemos realizado dos reproducciones, a las que nos referimos como aerófono 1 y 2, utilizando una ulna izquierda y otra derecha de buitre leonado (*Gyps fulvus*) pertenecientes a dos individuos diferentes. Los huesos nos han sido proporcionados por el Centro de Recuperación de Fauna Silvestre de La Alfranca, dependiente del Gobierno de Aragón, y proceden de muertes generalmente accidentales (por choques con aerogeneradores). Ambos individuos habían alcanzado su completo desarrollo óseo. Las características básicas de los huesos utilizados y la morfología y tipometría de las reproducciones resultantes se indican en la figura 3.

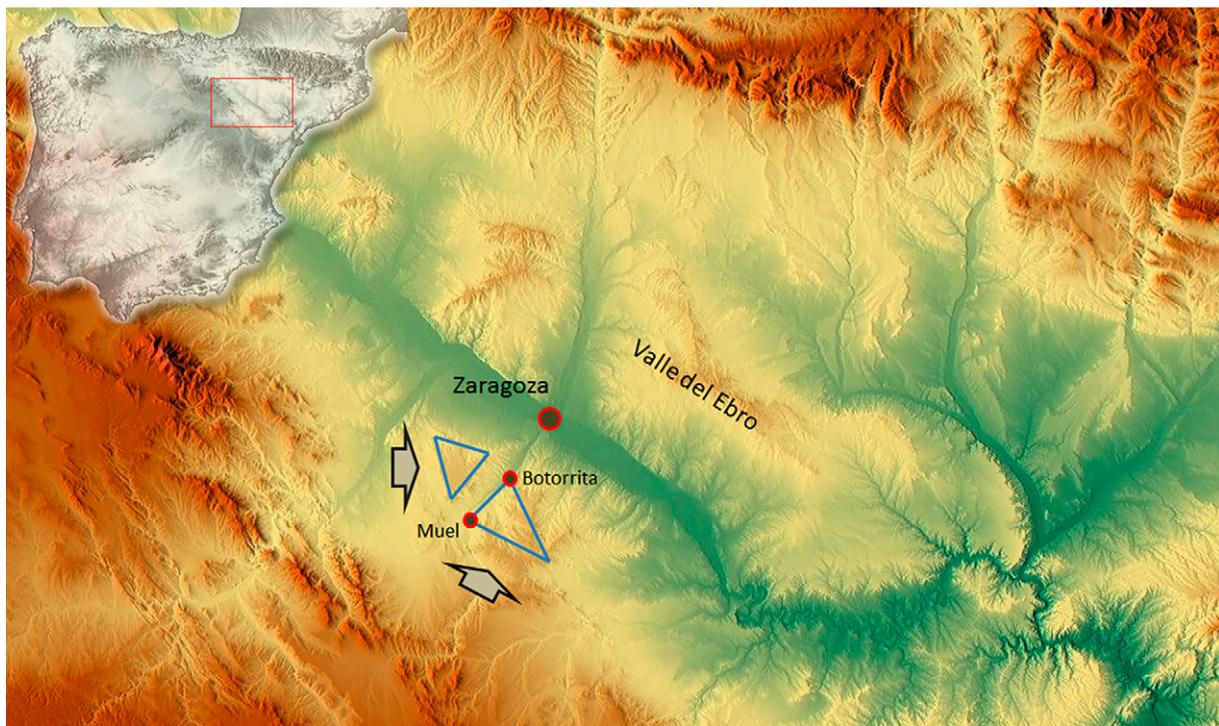


Figura 4. Localización de las canteras del sílex utilizado en las reproducciones. Abajo nódulos en su roca encajante (caliza). (Fotografía: J. Fanlo).



Figura 5. Vertientes derecha (arriba) e izquierda (abajo) de la misma val. Parajes de La Leandra y Opiñen en el término de La Muela (Zaragoza). La explotación de los niveles con sílex ha dejado numerosas acumulaciones de piedra caliza y el terreno salpicado de numerosos restos de la talla de piedras de fusil (centro).

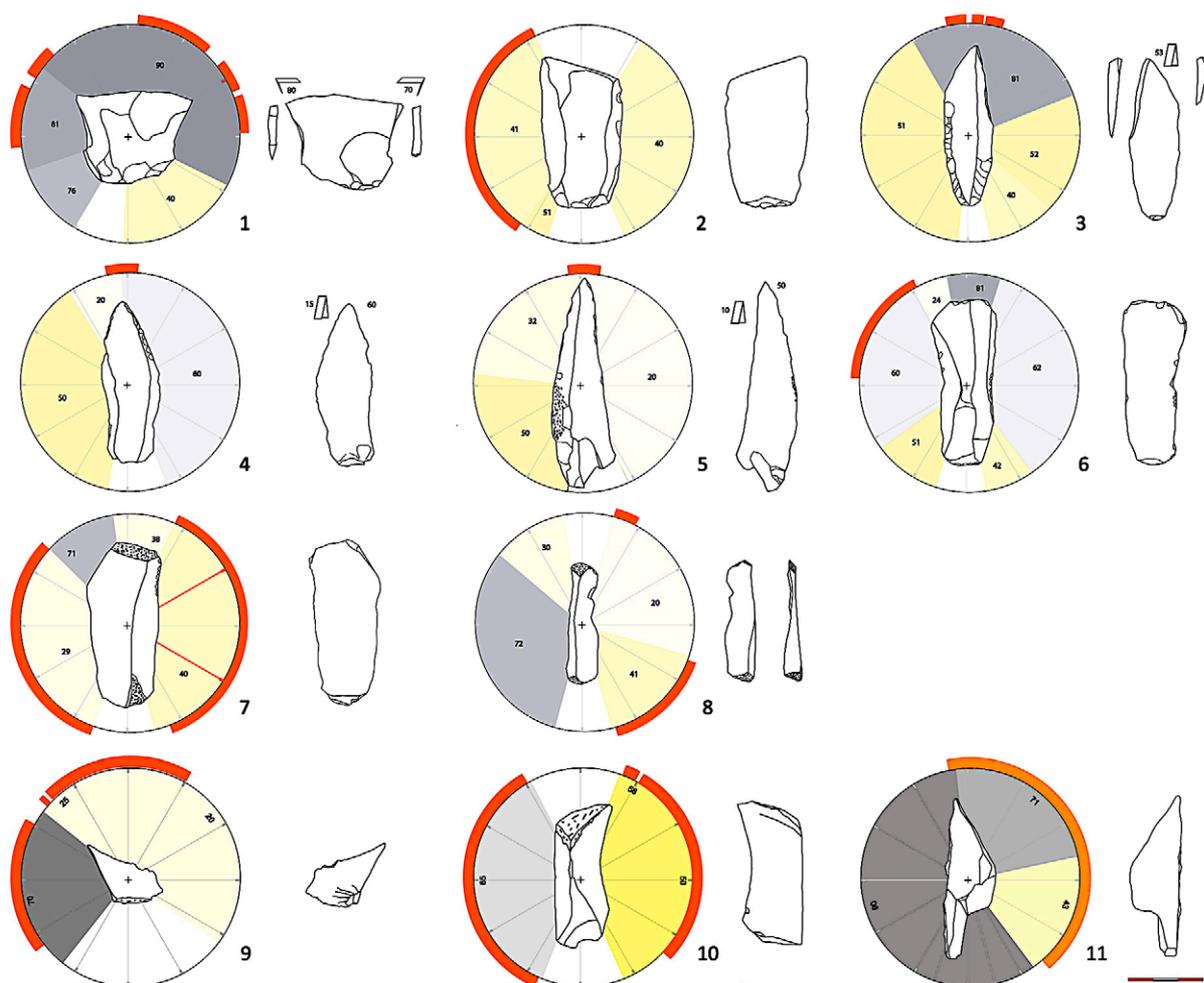


Figura 6. Piezas utilizadas en las reproducción del aerófono 1 (1 a 8) y 2 (9 a 11). Los arcos exteriores indican la extensión y localización de las zonas activas. Estas se numeran según el sentido de las agujas del reloj, empezando en 12. En el interior del círculo de coordenadas polares se indica el valor del ángulo del filo de cada zona de la pieza.

Los huesos, descarnados de forma natural y ya secos han sido trabajados en esa condición, empleando en las diferentes fases de fabricación lascas y láminas brutas, así como algunas piezas retocadas. Todos los soportes empleados, retocados o no, han sido obtenidos a partir de sílex de muy buena calidad. En concreto hemos optado por usar sílex procedente de la zona del bajo Huerva, con el que trabajamos habitualmente desde hace años. En la zona delimitada por las localidades de Botorrita-Muel-Fuendetodos (al Sur de la ciudad de Zaragoza) es posible obtener nódulos que aunque se presentan con diferentes fachadas en cuanto a tamaño, morfología y color, ofrecen todos ellos una extraordinaria calidad, con un grano muy fino y un tacto muy suave, y con una respuesta muy franca a su transformación (fig. 4). Presenta además una interesante ventaja frente a otros sílex que también manejamos y que lo hace especialmente adecuado en la experimentación, y es que en general no ofrece muchas dificultades para la observación microscópica de los rastros

generados por procesos técnicos o laborales y es más sensible a registrar los micropulidos y a hacerlo con mayor rapidez que otros.

Este sílex aparece estratificado en las calizas blancas miocenas de las unidades San Caprasio - Montes de Castejón, que coronan las plataformas estructurales de La Muela y La Plana Muel-Jaulín (a uno y otro lado del cauce del Huerva), y también aparece en posición secundaria en las terrazas del río y en los glaciares que se extienden a lo largo de sus márgenes (Leorza, 2013; Mazo, 2013). De la calidad de este sílex y de la entidad de las canteras es buena prueba el hecho de que a finales del siglo XVIII se estaban produciendo en el entorno de Botorrita dos millones de piedras de fusil al año (Morgado y Roncal, 2009; Fanlo et al., 2010), y de ello han quedado numerosas huellas en el entorno, tanto de las actividades extractivas de los nódulos de su roca encajante como de la transformación de los mismos (fig. 5). La obtención organizada de este recurso se remonta hasta momentos de la prehistoria

reciente, como apuntan los hallazgos que actualmente están realizando en la partida de La Leandra (La Muela, Zaragoza) J. Picazo, F. Pérez Lambán y J. Fanlo (comunicación personal).

Se han utilizado un total de 11 piezas líticas: 8 en la reproducción del aerófono 1 y 3 en la del aerófono 2 (fig. 6). De las piezas utilizadas en el aerófono 1, 4 estaban retocadas (2 buriles y 2 perforadores). Una lámina, también empleada en esa reproducción, fue retocada durante el uso. El resto de los soportes eran brutos. Antes de su uso se definieron y documentaron microfotográficamente un total de 23 zonas activas susceptibles de ser usadas (16 entre los 8 útiles destinados al aerófono 1 y 7 entre los 3 destinados al aerófono 2). De ellas se han utilizado finalmente, a lo largo de las diferentes fases de fabricación, 16; 12 en la primera reproducción y 4 en la segunda (tablas 2 y 3). Tras su utilización las piezas han sido analizadas para determinar las alteraciones laborales sufridas tanto de orden macroscópico como microscópico y que se conocen bien ya desde los años 70 y 80 del pasado siglo (Tringham et al., 1974; Odell et al., 1976; Keeley, 1980; Plisson, 1985; Vaughan, 1985; Mazo, 1991). La observación ha sido realizada con una lupa binocular Nikon SMZ 10 y con un microscopio metalográfico Nikon Optiphot, trabajando en rangos de magnificación entre 6.6x y 200x. Las imágenes han sido tomadas con sendas cámaras digitales (5 Mpx) de la gama Poli-eye, de Qualites.net: una para el microscopio (PL-SM055-5) y otra para la lupa (PL-SM055C-5) y el software Dino-Capture 2.0. Los fotomontajes necesarios para cubrir la totalidad de las zonas activas se han realizado con Adobe Photoshop. También se ha llevado un control de los cambios observados en la superficie de los huesos.

### La reproducción de los aerófonos

Más allá de que resulte básicamente imposible utilizar dos huesos que sean absolutamente idénticos las dos réplicas realizadas difieren formalmente entre sí en el modo en cómo hemos realizado los agujeros. Llama un poco la atención, e incluso casi diríamos que es hasta cierto punto un tanto contraintuitivo, el hecho de que la mayor parte de los agujeros de la serie de tubos perforados de Isturitz no se hayan realizado mediante perforación, por la rotación de un artefacto como un perforador o a modo de taladro.

En efecto, la realización de los agujeros no sigue una forma de ejecución constante, pero la menos representada es la perforación por rotación (que aparte de otras evidencias se traduce en la obtención de agujeros de morfología regular), y cuando esto ocurre puede estar a veces precedida de un rebaje previo de la pared del hueso mediante raspado. Lo más observado es que los agujeros se realicen por el adelgaza-

miento de la pared ósea por raspado o a veces mediante sucesivas incisiones longitudinales. Esa forma de proceder adelgazando la pared por raspado total o parcial también se registra en tubos perforados de cronología más antigua, como los de Hohle Fels o Geissenklösterle, y conlleva la aparición de una depresión más acusada alrededor del agujero, lo que hoy llamamos “avellanado”, que podría haber facilitado, así se ha dicho, la eficiencia neumática a la hora de tapar los agujeros con las yemas de los dedos (Lawson y d'Errico, 2002).

Considerando que tal diferencia no debe tener en cualquier caso una gran influencia en lo musical, hemos querido comparar ambos procedimientos de fabricación, y por eso los agujeros de nuestro aerófono 1 han sido realizados mediante la perforación del hueso con un instrumento puntiagudo al que se ha aplicado un movimiento de rotación bidireccional; en tanto que en el aerófono 2 los hemos realizado mediante el raspado de la superficie con un útil de filo agudo, al que se ha aplicado un movimiento también bidireccional, pero en este caso de traslación. Los agujeros del aerófono original se corresponden con este segundo modelo.

Con respecto al original las réplicas difieren, ya lo hemos comentado, en la especie que ha aportado las ulnas para su fabricación. Para la original parece que se valieron de una ulna izquierda de quebrantahuesos (*Gypaetus barbatus*), mientras que las reproducciones están realizadas en una ulna derecha y otra izquierda de dos individuos de buitre leonado (*Gyps fulvus*). Aunque la determinación taxonómica del hueso se complica si no se conservan las epífisis, y aunque en Isturitz también se utilizaron huesos de buitre, ya fuera leonado o negro (*Aegypius monachus*), los únicos valores tipométricos orientativos ciertos que se pueden obtener del original son su anchura y espesor a la altura del agujero nutricio, y se consideró que estos entraban dentro del margen del quebrantahuesos (Buisson, 1990) y quedaban por debajo del de los buitres, especies que una vez completado su desarrollo óseo alcanzan mayor porte. De esa diferencia de porte entre las especies (fig. 2), resulta la segunda diferencia entre las réplicas y el original, y es que la anchura y el espesor a lo largo del tubo de ambas reproducciones son ligeramente mayores. La última diferencia, ésta evidentemente sin ninguna repercusión en el rendimiento musical, es que en las réplicas hemos obviado la reproducción de toda la serie de incisiones que a lo largo del tubo porta el original, sin que esté claro su sentido último (Lawson y d'Errico, 2002). Con estas salvedades, las reproducciones repiten la longitud del tubo, 212 mm, con la presencia de cuatro agujeros alineados en la cara posterior del hueso, y dispuestos a la misma altura que en el original.

### Fases de ejecución, huellas de fabricación

En el proceso de fabricación de ambos aerófonos hemos individualizado 10 fases de ejecución (tabla 2 y figura 7), de las que 7 suponen, para el caso del aerófono 1, la combinación de 3 acciones elementales y muy simples (raspar, cortar y perforar), y para el aerófono 2 sólo de 2 (cortar y raspar), por la diferente manera en que como hemos indicado se ha procedido a realizar los agujeros. Estas acciones se han llevado a cabo con los artefactos líticos de sílex ya mencionados, cuyas características básicas y tiempo de uso se indican en la tabla 3. En las otras 3 fases, destinadas exclusivamente a proporcionar un mejor acabado, se ha recurrido al uso

de otros materiales (piedras de arenisca, cuero), y aquí la inversión de tiempo es discrecional.

#### Fase 1

La primera fase de intervención sobre los huesos supone el raspado o cepillado de la diáfisis, con el objeto de limpiarlos y sanearlos y rebajar, si es el caso, los tubérculos de inserción de las rémiges secundarias (*papillae remigalis ventralis* y *caudalis*). En el aerófono 1 esta acción se ha realizado fundamentalmente y de manera eficaz con la arista de la faceta de buril/cara ventral de uno de los buriles, con una zona activa de 81 grados aplicada en un movimiento de traslación

#### Aerófono 1 (Tiempo total de fabricación: 59'30")

Fase	Objetivo específico	Útil	Área activa	Ángulo	Uso	Durac.	Saltados	Microp.	Efic.
1	Cepillar diáfisis	1	1	81	4'49"	4'49"	0	0	4
2	Cortar epífisis distal	8	1	20	1'37"		3	0	3
		2	1	41	2'46"	4'23"	3/4	0	4
3	Alisar/raspar	Arenisca	-	-	1'43"				
		3	2	53	0'40"	2'23"	1	2/3	5
4	Cortar epífisis prox.	8	1	20	3'01"				
		7	1	29	1'34"		2/3	0	3
		7	2	40	1'51"		3	0	4
		6	1	60	0'23"	6'49"	1	0	4
5	Alisar/raspar	Arenisca	-	-	1'20"				
		3	2	53	0'54"	2'14"			
6	Perforar agujero 1	3	2	53	7'54"				
		5	1	50/10	0'22"		5	0	0
		4	1	60/15	0'29"	8'45"	5	0	0
7	Perforar agujero 2	3	2	53	6'26"				
		5	1	50/10	0'47"				
		4	1	60/15	0'06"				
		1	2	80	1'27"	8'46"	0	0	3
8	Perforar agujero 3	1	2	80	2'04"				
		3	2	53	7'22"	9'26"			
9	Perforar agujero 4	1	4	70	4'21"		0	0	3
		3	2	53	6'24"	10'45"			
10	Alisar/raspar	8	2	41	1'10"	1'10"	?	0	4

#### Aerófono 2 (Tiempo total de fabricación: 47'21")

Fase	Objetivo específico	Útil	Área activa	Ángulo	Uso	Durac.	Saltados	Microp.	Efic.
1	Cepillar diáfisis	9	3	25	0'58"	3'53"	4	1	2
		9	1	70	2'55"		4	1	4
2	Cortar epífisis distal	10	1	65	8'40"	8'40"	4	3	3
3	Alisar/raspar	Arenisca	-	-	0'25"	0'25"			
4	Cortar epífisis prox.	10	1	65	6'20"	6'20"			
5	Alisar/raspar	Arenisca	-	-	1'20"	0'30"			
6	Perforar agujero 1	11	1	71	6'47"	6'47"	4	1	4
7	Perforar agujero 2	11	1	71	7'26"	7'26"			
8	Perforar agujero 3	11	1	71	7'07"	7'07"			
9	Perforar agujero 4	11	1	71	5'13"	5'13"			
10	Alisar/raspar	Cuero	-	-	1'00"	1'00"			

Tabla 2. Fases en la elaboración de los aerófonos con la indicación total del tiempo empleado. Objetivos específicos de cada fase; útiles empleados; zona activa utilizada; ángulo de la zona activa utilizada; tiempo de uso de cada zona activa en esa acción; duración total de la fase; ausencia/presencia de saltados (0/5); ausencia/presencia de micropulido (0/5) y eficiencia del artefacto utilizado (0/5).

**Aerófono 1**

#	Útil	Color	L x A x E (mm)	Áreas activas	Área usada	Acción	Tiempo
1	Buril	E81	37.5 x 43.5 x 6.1	5	1	Cepillar	4' 49"
					2	Perforar	3' 31"
					4	Perforar	4' 21"
2	Lasca	H10	58.5 x 30.5 x 7.5	1	1	Cortar	2' 46"
3	Buril	J10	61.5 x 19.3 x 6.8	3	2	Perforar/Raspar	29' 40"
4	Perforador	J10	65.0/60.5 x 21.9 x 5.1	1	1	Perforar	35"
5	Perforador	H10	82.1/78.6 x 23.7 x 9.0	1	1	Perforar	1' 09"
6	Lámina	H90/D81	64.9 x 24.9 x 6.8	1	1	Cortar	23"
7	Lámina	H10	64.5 x 29.1 x 8.2	2	1	Cortar	1' 34"
					2	Cortar	1' 51"
8	Lámina*	J41	48.1 x 10.9 x 7.2	2	1	Cortar	4' 38"
					2	Raspar	1' 10"
			Total	16	12		<b>56'27"</b>

**Aerófono 2**

#	Útil	Color	L x A x E (mm)	Áreas activas	Área usada	Acción	Tiempo
9	Lasca	J10	20.4 x 33.8 x 6.1	3	1	Raspar	2'55"
					3	Raspar	0'58"
10	Lámina	J10	53.9 x 23.8 x 16.9	3	1	Cortar	15'00"
11	Lasca	B62	60.2 x 1.98 x 0.82	1	1	Raspar	26'33"
			Total	7	4		<b>45'26"</b>

Tabla 3. Artefactos líticos usados en cada reproducción, con indicación del color, tamaño, número de zonas activas y zona activa usada, acción y tiempo de uso. \*La lámina fue retocada durante el uso.

transversal unidireccional, con un ángulo de contacto bajo, mientras que en el 2 se ha utilizado un pequeño soporte que anda muy próximo a la categoría de desecho de lascado, con zonas activas de 25 y 70 grados, aplicadas en un movimiento de traslación transversal bidireccional con ángulos de contacto de casi 90 grados.

Sobre la superficie de los huesos esta acción genera cambios tanto a nivel macro como microscópico, pasando de moderadamente rugosa y más bien mate (fig. 8.1) a lisa, microfacetada y brillante (8.3). La superficie también registra rastros de esta acción en forma de múltiples haces de largas estrías de disposición paralela (8.3), sobre las que ocasionalmente puede observarse algún surco mucho más ancho y también más profundo que se corresponde con alguna variación involuntaria en el movimiento de la herramienta, habitualmente por un deslizamiento no controlado del útil.

**Fases 2 a 5**

Las fases 2 y 4 suponen la eliminación de las epifisis, empezando en ambos casos por la distal (según la orientación anatómica del hueso). En ambas reproducciones se ha procedido mediante un corte transversal en el hueso, y una vez realizada una incisión considerada lo suficientemente profunda a lo largo de todo el perímetro, el hueso se parte por flexión. De ello resultan unas rebabas (Fig. 8.2) que han sido eliminadas

por la fricción con un canto de arenisca (fases 3 y 5). En el caso del aerófono 1 también se empleó durante breve tiempo un buril. Las herramientas utilizadas en el corte fueron soportes con filo bruto, y de estas acciones han quedado también rastros en el hueso, en formas de surcos transversales junto a los bordes del tubo, por encima de las estrías generadas por el raspado. Esos rastros se producen por movimientos laterales del filo de corte, cuando el útil todavía no se ha encajado en un surco suficientemente profundo (Fig. 8.5).

**Fases 6 a 9**

Estas fases suponen la sucesiva perforación de los tubos hasta generar los cuatro agujeros que presentan en su cara dorsal. Los agujeros están numerados, siendo el 1º el más próximo a la zona distal del hueso (que será luego la proximal del aerófono por considerarla su embocadura) y el 4º el más cercano a la zona proximal.

En la reproducción del aerófono 1 los agujeros se han perforado, empleando para ello hasta un total de 4 piezas, aunque el mayor desempeño ha sido realizado por la número 3, un buril diedro, aplicadas en un acción helicoidal (traslación más rotación) bidireccional, con un ángulo de contacto elevado. Los perforadores que inicialmente se destinaban a este menester fueron completamente inútiles por demasiado frágiles. El ángulo entre las caras dorsal y ventral resultó ser

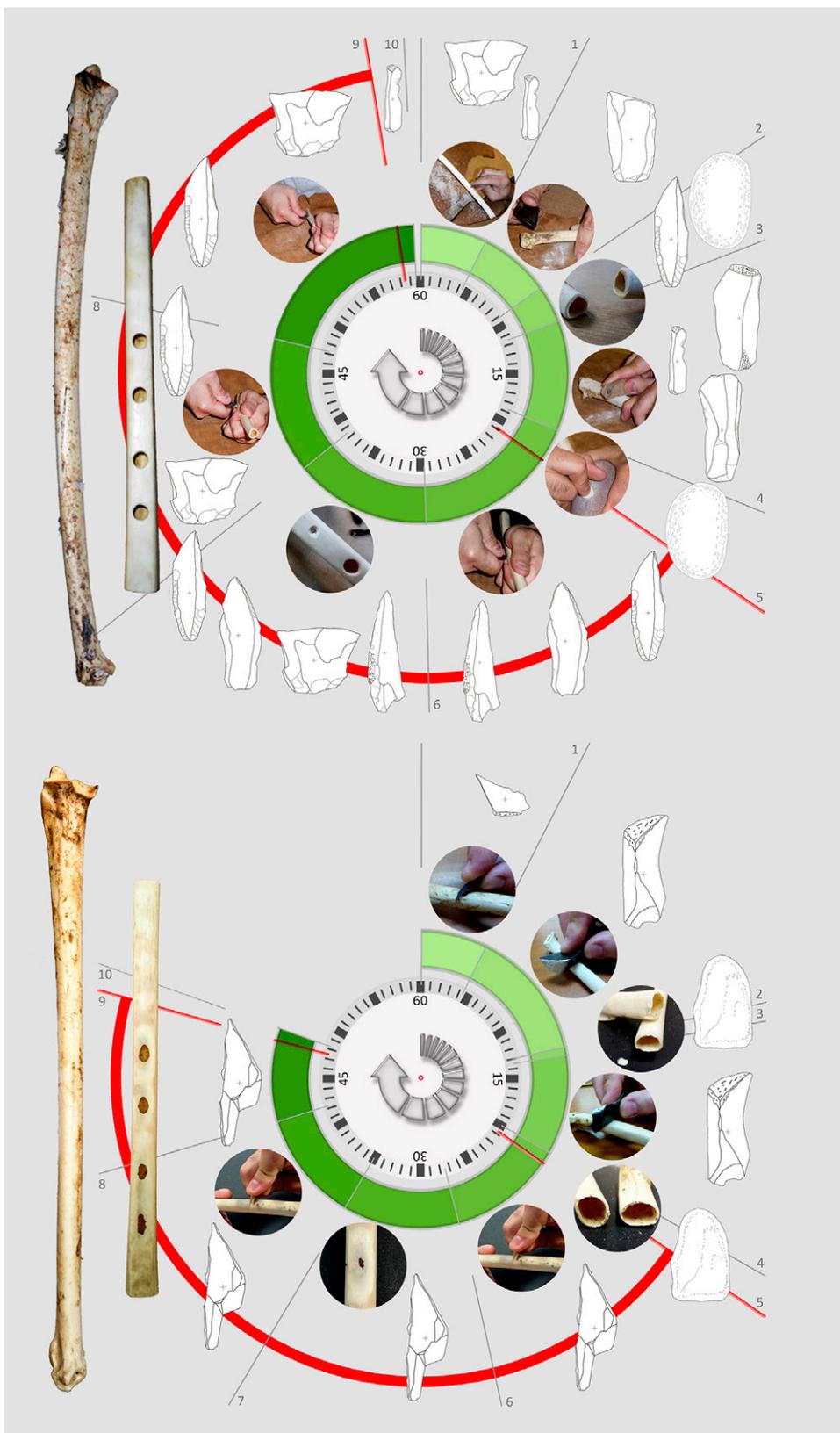


Figura 7. Fases de ejecución de las reproducciones (hasta 10) con indicación de las piezas utilizadas en cada una y del tiempo aproximado empleado. Se hace hincapié en la diferencia de tiempo que hemos necesitado para obtener los agujeros por perforación o por raspado de la pared ósea, hasta un 34% menos para la segunda opción (debajo).

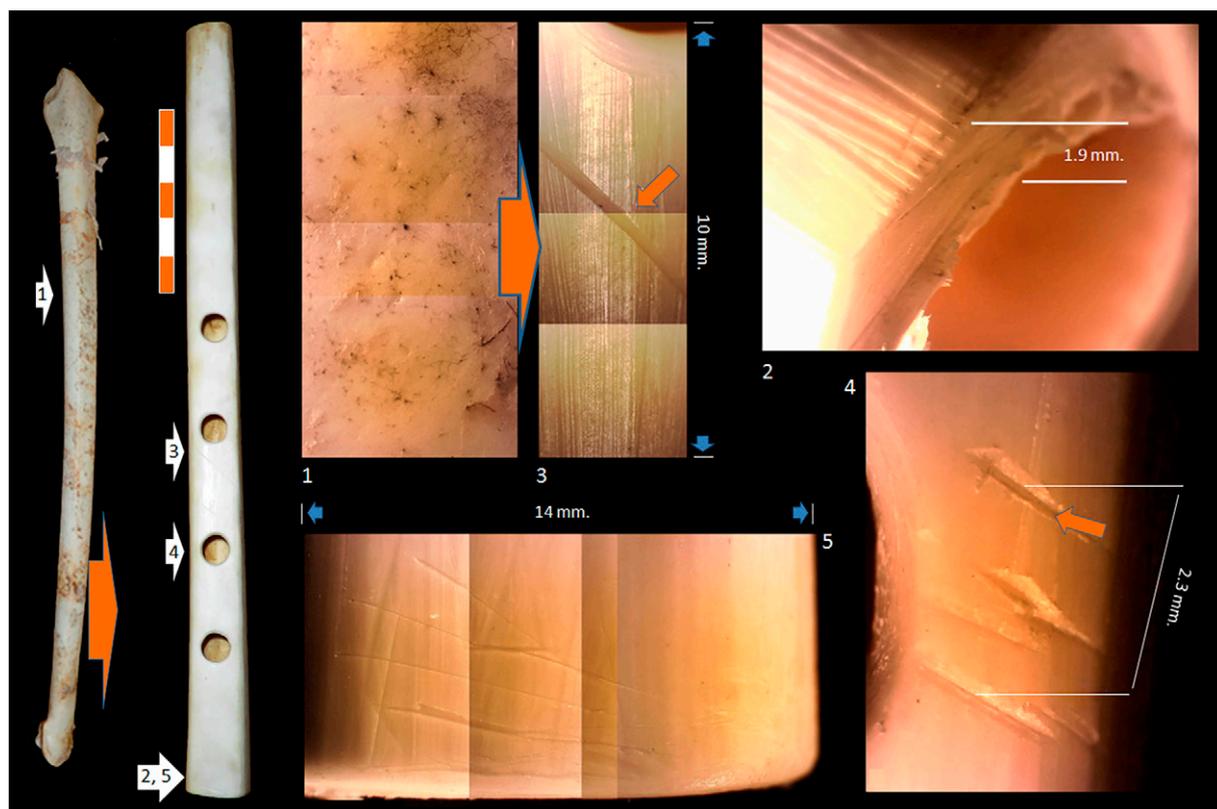


Figura 8. Rastros generados sobre la superficie del hueso en el aerófono 1. En 1 superficie tras un descarnado natural, frente a 3, una vez raspada para su limpieza y saneamiento, con la aparición del típico patrón de estrías paralelas sobre las que en este caso se superpone un surco accidental. 2. Las mismas estrías paralelas del raspado en uno de los extremos seccionados que muestra el corte generado por el ranurado y la rebaba producida por la posterior rotura por flexión. 4. Estrías y surcos accidentales en uno de los extremos del tubo y 5, marcas realizadas para indicar la ubicación de uno de los agujeros.

demasiado agudo y las piezas sufrieron un severo daño de forma instantánea. En la reproducción del aerófono 2, los agujeros se han realizado por rebaje por raspado de la pared ósea y sólo se ha utilizado una pieza, con una zona activa de 71 grados, no retocada, que ha sido aplicada en una acción de traslación transversal bidireccional en un ángulo elevado.

Relacionados con estas fases han quedado algunos rastros en el hueso en forma de incisiones perpendiculares al tubo, situadas junto a los agujeros (fig. 8, 4). Rastros de la misma condición y en la misma situación se observan en objetos prehistóricos, como el aerófono de Hohle Fels (Conard et al., 2009) y han de servir, como han servido en nuestro caso, para indicar a qué altura del tubo deben situarse los agujeros.

#### Fase 10

La última etapa ha consistido en la regularización de la pared interior del hueso en las perforaciones del aerófono 1. Dado su pequeño diámetro fue necesario realizar una muesca en una estrecha lámina. No se registró la zona activa antes del uso porque se trató de una solución no planificada y por lo tanto no podemos

determinar qué esquirlamientos corresponden al retoque y cuáles al uso si es que se han producido. Es una acción que ha respondido a criterios más estéticos que funcionales y que ciertamente puede ser obviada. En el aerófono 2 los agujeros se han dejado tal cual, considerando además que ésta es la mejor opción, lo que determina su contorno elíptico pero irregular. Como hemos podido comprobar, si el agujero se abre hasta alcanzar un tamaño muy parecido al definitivo el intento de regularización mediante una subsiguiente perforación supone perder buena parte del control sobre el resultado final. La pared del hueso reduce tanto su espesor en los bordes del agujero que cualquier acción de perforación o incisión para regularizar sus márgenes genera roturas y astillamientos incontrolados en el hueso, pudiendo resultar así un agujero aún más irregular y de tamaño mayor al deseado, como ocurre por ejemplo en el agujero 4 de nuestro aerófono 2. El proceso de fabricación ha acabado en ambos casos con la eliminación de cualquier resto mediante el frotamiento del tubo con un cuero y el sellado del agujero nutricio con cera.

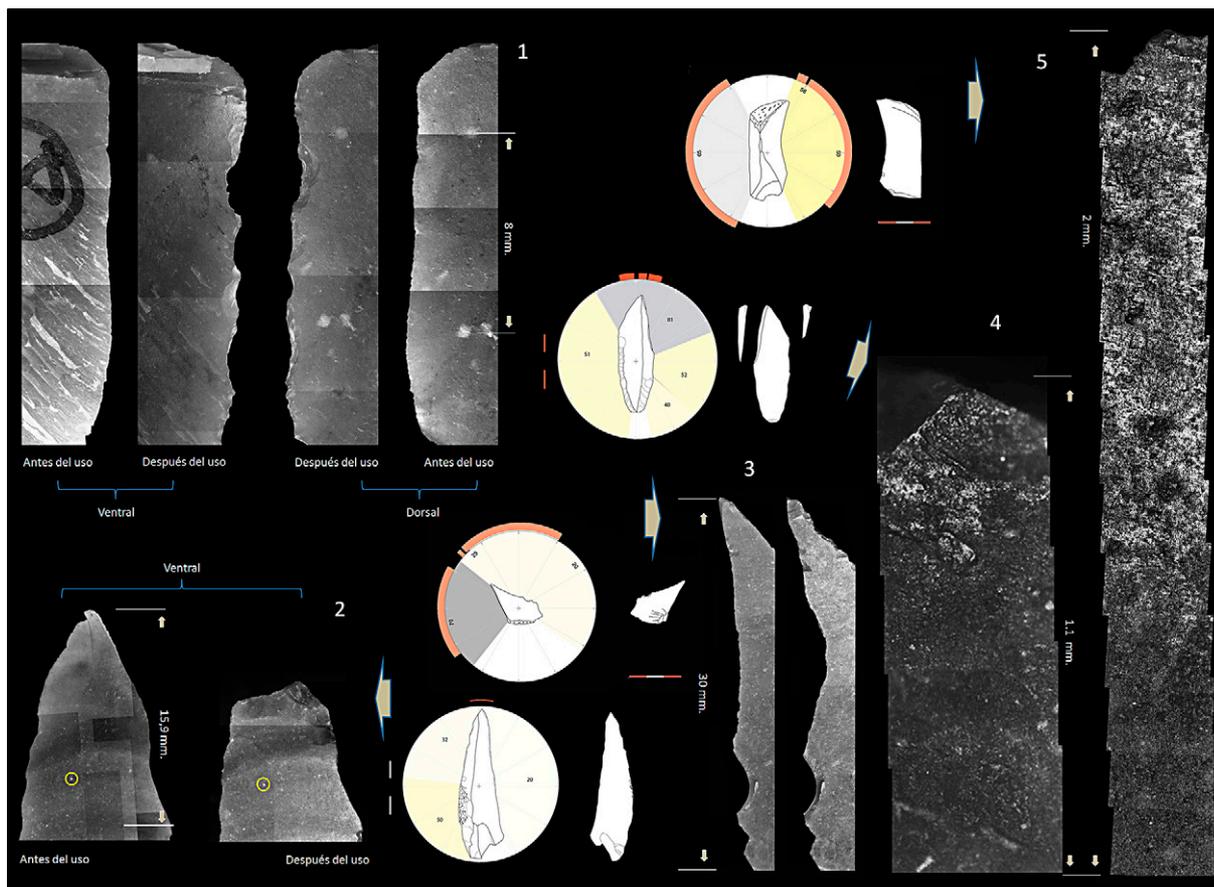


Figura 9. Alteraciones laborales producidas en algunas de las piezas utilizadas. De 1 a 3 esquirlamientos y roturas en las piezas 8, 5 y 9 respectivamente. En la pieza 9 izquierda antes del uso y derecha después del uso. 4 y 5 micropulidos en las piezas 3 y 10.

### Rastros laborales y comparativa de los procesos

El uso de los artefactos líticos no ha sido en absoluto conservativo para con los rastros laborales microscópicos. Los útiles se han aplicado a las acciones con intensidad (aunque haya sido por breve tiempo), intentando obtener de ellos el mayor rendimiento, la mayor eficiencia, en acciones claramente realistas, sin importar como pudieran resultar afectados. Por ello nos encontramos, en general, con un deterioro notable de las zonas activas, con una transformación macroscópica bastante severa en un buen número de ellas y, por el contrario, pero precisamente por esto mismo, con una presencia muy baja de micropulidos y un desarrollo de los mismos que no pasa de moderado.

Un resumen de como la utilización ha afectado a las piezas puede verse en la tabla 2, y algunas de las alteraciones generadas en la figura 9. Algunos útiles han estado operativos apenas unos pocos segundos, y la mayoría ha sufrido importantes daños en forma de esquirlamientos (fig. 9.1 a 9.3). Los esquirlamientos están presentes en todos los útiles, aunque con menor intensidad en los buriles. Los perforadores han visto

muy alterada su morfología y las piezas utilizadas en las acciones de corte presentan también el típico patrón dentado por la presencia de fracturas secas.

Una breve utilización y un severo daño macroscópico reducen considerablemente la posibilidad de registrar micropulidos y, efectivamente, sólo en 2 piezas observamos este tipo de rastro (fig. 9.4 y 9.5). Está presente en la pieza 3 (aerófono 1) y en la 10 (aerófono 2), en un estadio moderado de desarrollo. Aparecen bien distribuidos sobre la zona activa y adoptando el patrón reticular propio del trabajo de materiales duros, sin más precisión. En el caso de la pieza 10 es posible y correcta la reconstrucción cinemática por la localización bifacial del rastro y por la presencia de indicadores lineales paralelos al borde. En el caso de la pieza 3 la interpretación es más incierta. Aquí el micropulido se ha desarrollado junto a un triedro del buril por su utilización como un taladro, lo que también podría ser indicativo de una acción lineal, y no aparece indicador lineal alguno. A nivel de la determinación de la materia trabajada, y en el caso de que se tratara de piezas arqueológicas, no presentan un desarrollo que permitiera pronunciarse más allá que en términos de dureza relativa.

En ambos casos el proceso de fabricación ha supuesto una escasa inversión de tiempo, algo que resulta coincidente con lo registrado en otros trabajos (Buisson y Dartiguepeyrou, 1996; Clodoré-Tissot, 2009). De los datos de la tabla 2 y de la figura 5 se deduce que la fabricación del aerófono 2 ha requerido un 21% menos de tiempo. Este dato puede matizarse y ajustarse mejor excluyendo del cómputo aquellas acciones cuya duración/consecución del objetivo es discrecional (saneamos el hueso, pero podemos rasparlo 5 minutos o media hora) frente a aquellas en las que el objetivo se alcanza sí o no (se ha seccionado el hueso sólo cuando lo dividimos en dos trozos). De esta manera a la hora de valorar los tiempos de fabricación y de compararlos las fases relevantes son la 2 y la 4 (eliminar las epífisis) y de la 6 a la 9 (realizar los agujeros). Considerándolo así el proceso de fabricación del aerófono 2, cuya principal diferencia ya sabemos que es la forma de realizar los agujeros, sigue requiriendo menos tiempo, en concreto un 19% menos. Si sólo comparamos el tiempo requerido para hacer las perforaciones el porcentaje aumenta hasta un 34%. Despreciamos en estos cálculos el hecho de que la pared ósea del aerófono 1 sea ligeramente más gruesa, porque también es mayor la superficie afectada por el raspado que por la perforación. De todas formas, que el procedimiento del raspado ofrezca una mayor eficiencia (Mazo, 1997) no quiere decir que necesariamente sea más eficaz. La eficacia aquí vendría dada por haber conseguido el objetivo, que ciertamente se alcanza, pero lo cierto es que la obtención de los agujeros por raspado reduce el control que se tiene sobre su morfología y sobre su posición exacta. El hecho de que estos huesos sean más gruesos en un borde, aquel en el que se encuentran los tubérculos de inserción de las rémiges secundarias, hace que el agujero se desplace ligeramente hacia el lado contrario respecto al eje longitudinal del tubo. Por otra parte el hecho de que la propia pared del hueso no tenga en todos sus puntos el mismo grosor hace que puedan aparecer agujeros sumamente irregulares, como es el último del aerófono 2.

Por concluir con esta cuestión, la eliminación de las epífisis ha supuesto un 27% menos de tiempo en el aerófono 1. Ciertamente aquí se han utilizado hasta 5 zonas activas (con ángulos de 20, 29, 40, 41 y 60 grados), mientras que en el aerófono 2 sólo se ha utilizado una (de 65 grados), que ha resultado además más eficiente una vez que su filo se hubo mellado, tardando claramente menos tiempo en seccionar la epífisis proximal (de mayor perímetro) que la distal. El volumen aproximado de hueso seccionado para las epífisis del aerófono 1 es de 87,3 y 158,4 mm<sup>3</sup> (distal y proximal respectivamente) y para el aerófono 2 de 91,9 y 129,7 mm<sup>3</sup>.

## Pruebas acústicas

Como hemos indicado anteriormente, las reproducciones experimentales del aerófono de Isturitz con el fin de evaluar sus capacidades sonoras son más bien pocas (Buisson y Dartiguepeyrou, 1996; Lawson y d'Errico, 2002; Wyatt, 2012; García Benito, 2014). Más allá de que alguna de ellas no haya sido muy realista, en pocos casos se ha mostrado de forma real y aplicada su práctica interpretativa y los sonidos que produce este artefacto. En general los estudios se han centrado más en explicaciones genéricas y teóricas sobre sus posibilidades y recursos musicales.

El primer estudio conocido en esta línea consistió en una simulación numérica virtual para calcular la altura de los sonidos en el caso de ser interpretada como una flauta. Se registraron 2 regímenes acústicos diferentes, con cuatro y cinco sonidos cada uno, produciendo en el primero G#3-A3-B3-D4-F#4; y en el segundo F4-A4-B4-D5. Aproximadamente, la última frecuencia del primer registro coincidía con la inicial del segundo, coincidencia que desaparecería si se usaba la longitud total del hueso en su estado natural, por lo que es necesario para hacer coincidir ambos resultados que tenga las dimensiones que presenta en la actualidad el resto arqueológico y que presumiblemente sería aproximadamente la que tuvo en la Prehistoria. También se afirmaba que, utilizada como flauta oblicua, producía un sonido amplio, aunque acompañado del ruido causado por el aire soplado en su interior, y que sólo obtenía un registro (en tanto que en nuestra experiencia se han obtenido 3), mientras que como flauta recta emitía un sonido intenso y hasta tres registros (Dauvois et al, 1998, fig. 2; Dauvois, 2005-2006), modalidad de uso que hemos descartado en nuestra prueba por no ser efectiva.

Una investigación ulterior, después de su fabricación experimental (Buisson y Dartiguepeyrou, 1996), consideró las opiniones de tres expertos en diferentes campos: un organólogo, un flautista y un acústico. Sus comentarios fueron en esencia teóricos, sin ahondar en aspectos prácticos, pero a pesar de ello este trabajo contiene la primera referencia a su posible uso como un instrumento de labio/boquilla (Le Gonidec et al., 1996).

Más tarde nos encontramos con el documentado trabajo de Lawson y d'Errico (2002). A pesar de la emisión de juicios de gran interés en el tema sonoro, no logran en nuestra opinión definir plenamente su funcionamiento práctico real. Pero sin embargo desde este artículo se tienen ya en cuenta tres posibilidades de embocadura: las dos mencionadas hasta ahora, y una tercera, mediante la aplicación de una lengüeta. Finalmente un estudio más reciente explora esas tres posibilidades en general, centrándose sobre todo en diferentes variantes de la lengüeta con resultados desiguales (Wyatt, 2012).

Antes de llevar a cabo nuestras pruebas acústico-musicales hemos tenido en cuenta una serie de aspectos que guardando relación con su manufactura afectan a su modo de empleo. Estos aspectos son:

*El relativo a su construcción consciente o no.* Cuando se fabrica un instrumento el artesano puede tener una idea preconcebida de lo que espera acústicamente de él, o puede no tenerla. En el primer caso el fabricante busca una opción estético-musical *a priori*, mientras que en el segundo caso las posibilidades acústicas son exploradas *a posteriori*. La falta de conocimiento sobre el gusto acústico prehistórico hace imposible decidir en este caso sobre una opción u otra.

*El relativo al avellanado o rebaje de las perforaciones.* El avellanado (el hecho de que el agujero se encuentre en una depresión) se produce naturalmente durante el proceso de fabricación. Puede ser ciertamente más pronunciado cuando el agujero se obtiene por raspado, pero en absoluto está ausente cuando se hace por perforación, por cuestiones que son bien evidentes para quien haya realizado alguna vez una perforación con un perforador, o un buril o hasta con una simple astilla de sílex. Se ha incidido en alguna ocasión en la relativa importancia de este hecho, aludiendo a que el avellanado habría permitido un mejor control y habría facilitado la función neumática (a la hora de tapar los agujeros con los dedos) considerando una posible menor sensibilidad en los dedos de los hombres prehistóricos (debido a osteoartritis, callos, rugosidad, etc.). Es posible, no lo sabemos, aunque puestos a suponer quizás una mayor actividad manual condujese a manos más grandes. En los instrumentos modernos este factor no es relevante en relación con su uso y hay músicos que los prefieren y otros que no, aunque sí puede jugar un papel en el proceso de afinado del instrumento (adelgazando más o menos la pared, circunstancia ésta que no contemplamos para nuestro aerófono).

*El relativo a la posición de las perforaciones.* Las perforaciones se encuentran agrupadas de dos en dos: el espacio es ligeramente mayor entre los agujeros 2 y 3, lo que indica que el instrumento casi seguramente fue tocado utilizando ambas manos y usando dos dedos de cada mano (índice y corazón ya que ofrecen una mayor versatilidad y facilidad de uso). Cualquier otra combinación u opción parece menos razonable, ya que algunos dedos quedarían sin usar o sin sitio para apoyarlos, no son simétricas o complican su agarre.

*El relativo a la posición de las manos.* Hasta el periodo Barroco la posición de las manos era indistinta en la música occidental, fabricándose instrumentos en versiones ambidextras. Esto no se ha normalizado en otras culturas musicales y tampoco en el mundo occi-

dental tradicional, por lo que la adopción de una posición u otra de las manos es opcional para el músico y cae dentro de consideraciones de su propia comodidad o de su trasfondo cultural.

*El relativo a sobre en qué extremo se localiza la embocadura.* Los estudios y experimentos realizados sobre este resto arqueo-organológico (Buisson, 1990, 1994; Dauvois, 1994a, 1994b, 1999, 2005-2006; Le Gonidec et al., 1996; Dauvois et al., 1998; Lawson y D'Errico, 2002; Wyatt, 2012; García Benito, 2014) contemplan que ésta se encuentra en el extremo distal del hueso (el extremo más estrecho), que pasaría a ser el extremo proximal del aerófono; advirtiéndose que esta parte se trabajó con mayor cuidado. Por otra parte, el extremo distal está roto, así que no sabemos cómo fue exactamente su terminación. A pesar de esto, por interés de la investigación, hemos realizado algunos ensayos localizando la embocadura en la parte proximal del hueso, y los resultados obtenidos son irregulares y poco concluyentes. Las escalas obtenidas tienen grandes saltos de intervalos que las hacen incoherentes, inconsistentes, irregulares e inviables, con la excepción de su uso como flauta oblicua. Esto es debido a que la posición de los agujeros sobre el tubo en este formato, con la embocadura en su lado distal, hace que se sitúen muy cerca de la misma, produciendo dificultades a la hora de hacerlo sonar, y que el paso entre la digitación con el tubo completamente cerrado y la que tiene el primer agujero abierto produzca grandes saltos interválicos difíciles de interpretar y justificar, frente a la coherencia de las escalas obtenidas con la embocadura en la parte proximal del instrumento. (García Benito, 2014).

También hemos evaluado una reproducción en la que se ha mantenido el extremo proximal de la ulna sin cortar, es decir, con el tubo cerrado en su extremo más ancho. En la pieza original esta parte está fragmentada y no sabemos a ciencia cierta qué aspecto pudo tener. Pretendíamos hacernos una idea y valorar si mantener ese extremo era útil o no. Para las tres variantes de embocadura ensayadas resulta que la última perforación, el cuarto agujero, es inutilizable como agujero de digitación, ya que inevitablemente tiene que funcionar como una salida de aire, a menos que en la epifisis se hubiese practicado alguna perforación. Por lo tanto la primera posición, en todos los casos, con el tubo completamente cerrado, no funciona, y la segunda da un sonido bastante inconsistente y débil. Así, todas estas desventajas le restan validez como instrumento musical, por lo que pensamos que este no sería su estado original. Una solución para que pudiese funcionar correctamente podría haber sido practicarle uno o dos orificios adicionales en su parte final, a modo de oídos,

como se constata etnográficamente. No obstante hay que decir que hasta la fecha no se conoce entre las evidencias de esta época ningún aerófono que conserve la epífisis proximal del hueso.

Las dos réplicas realizadas, a pesar de las diferencias propias de los huesos en las que están construidas y de su elaboración (grosor de la pared, tamaño, diámetros, posición y forma de los agujeros, etc.), funcionan acústicamente prácticamente igual en todos los casos probados, con mínimas diferencias, que son más de matiz. Y en el caso de existir, se ha comprobado que dos músicos tocando ambas a la vez llegan a afinar juntos sin problema, ya que a su vez el instrumento es lo suficientemente versátil para obtener este resultado. Así se puede modular su sonido para que quede afinado como se observa en la variabilidad en cents de cada nota obtenida en las tablas 4 a 6.

La primera opción de embocadura testada ha sido como instrumento de bisel terminal (flauta oblicua). Para ser interpretada de esta manera se coloca el instrumento en posición oblicua sobre la boca y se adecua la embocadura para dirigir el aire sobre un lateral del hueso de su extremo superior que actúa como bisel (fig. 10.A). La propia forma del hueso en

su parte proximal, irregular, estrecho y no completamente cilíndrico, dificulta su interpretación de esta forma —es algo más fácil si se toca por su otro extremo, final distal, si bien la escala resultante (F#5-C6-D#6-G6-C7) y su relación interválica es más difícil de argumentar, pero esto quizás no sería un problema en la prehistoria, y se puede pensar como una serie de cuatro notas, con una más grave que actuaría como base o falso bordón—. Además, no debemos olvidar que esta técnica de interpretación no es fácil y requiere tiempo y práctica para aprenderla y saber controlarla. Sin embargo, su aprendizaje es posible y es la opción que más frecuencias ofrece. Así produce, en ambas reproducciones, hasta tres registros distintos con leves diferencias (tabla 4). La variabilidad sonora en cada una de las notas obtenidas con este caso en sus diferentes registros ronda entre los  $\pm 6$  y  $\pm 46$  cents, lo cual es asumible en los valores en torno a  $\pm 30$  cents ya que es casi imperceptible al oído, pero casi demasiado si sobrepasan esos valores, cuestión que sólo ocurre en los sonidos nº 2 del primer registro del aerófono 2, el nº 3 del primer registro y nº 2 del tercer registro en ambas reproducciones.

		1		2		3		4	5	6
1 <sup>er</sup> registro	Notación alfabética	A1	A2	A1	A2	A1	A2	D#6	F#6	G6
		G#5	G5	A#5	A5	C6	B5			
	Rango de frecuencias (en Hz)	826-836	773-805	922-929	878-910	1041-1096	990-1045	1206-1240	1515-1542	1559-1596
	Frecuencia media (en Hz)	831	789	925	894	1068	1017	1223	1528	1577
	Desviación (en Cents)	$\pm 10.46$	$\pm 35.11$	$\pm 6.55$	$\pm 30.99$	$\pm 44.57$	$\pm 46.80$	$\pm 24.07$	$\pm 15.29$	$\pm 20.30$
Digitación	1		2		3-4*		5-6*	7-8*	7-8*	

		1	2	3	4
2 <sup>o</sup> registro	Notación alfabética	F#6	G#6	C7	D7
	Rango de frecuencias (en Hz)	1506-1513	1680-1687	2058-2086	2352-2400
	Frecuencia media (en Hz)	1509	1683	2072	2376
	Desviación (en Cents)	$\pm 4.01$	$\pm 3.60$	$\pm 11.70$	$\pm 17.49$
	Digitación	1	2	3-4*	5-6*

		1	2
3 <sup>er</sup> registro	Notación alfabética	C#7	D#7
	Rango de frecuencias (en Hz)	2241-2269	2495-2587
	Frecuencia media (en Hz)	2255	2541
	Desviación (en Cents)	$\pm 10.75$	$\pm 31.34$
	Digitación	1	2

Tabla 4. Registros obtenidos como instrumento de bisel terminal (flauta oblicua). Los números de la fila "Digitación" hacen referencia a las posiciones de la digitación tal y como se indican en la figura 10. El asterisco indica posiciones de horquilla. Para el registro del sonido hemos utilizado una grabadora digital portátil y para su análisis un software gratuito de edición de audio, Audacity 2.0.2. En las tablas ofrecemos la notación alfabética como guía visual de cada sonido en el sistema actual; el rango de frecuencia y la frecuencia media en hertzios, y la desviación respecto a la media en cents. Cuando se observan diferencias entre las dos reproducciones se indica como A1 (Aerófono 1) y A2 (Aerófono 2) en la fila de notación alfabética.

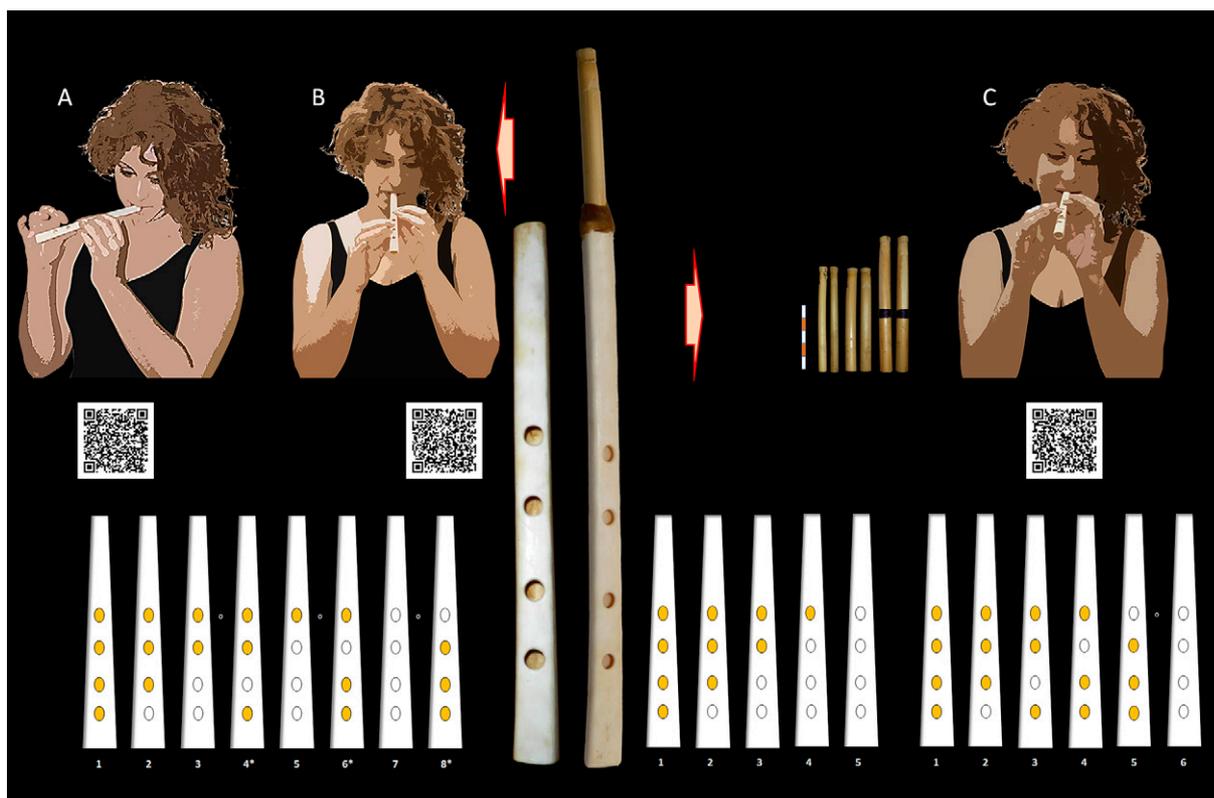


Figura 10. Formas de producción de sonido testadas para ambas reproducciones. A. Como instrumento de bisel terminal (flauta oblicua). B. Como instrumento de boquilla-labio (trompa). C. Como instrumento de lengüeta (clarinete), y las lengüetas utilizadas. La lengüetas son introducidas en la embocadura del tubo y se fijan con cera. Abajo las posiciones de digitación. Cuando los agujeros están en blanco están abiertos, si no cerrados.

Se confirma que la última frecuencia obtenida en el primer registro es la misma que la primera lograda en el segundo registro, cuestión ya advertida anteriormente en la simulación numérica mencionada. Sin embargo, su tesitura no coincide, ya que hay dos octavas de diferencia, aunque notacionalmente son bastante coincidentes (Dauvois et al., 1998; Dauvois, 2005-2006; fig. 2). Los dos últimos sonidos del primer registro se consiguen con claridad y comodidad por medio de una única posición, gracias a la modificación de la embocadura, cambiando la colocación de la garganta y la velocidad del aire. También se ha comprobado como las posiciones de horquilla, las marcadas con asterisco (\*) en la figura 10, no tienen gran influencia en la altura del sonido, pero sí algo en su timbre, aunque este efecto es mínimo. Se observa que el segundo registro por lo general no se afina a distancia de octava con el primero como podría ser lo esperable, sino que el segundo está entre medio tono y un tono más bajo. Esto se debe a que en las flautas de hueso los armónicos son difíciles de afinar y se quedan de forma natural bajos.

Instrumentos de este tipo tan pequeños, en cuanto a tamaño y diámetro, no parecen ser frecuentes. A pesar de esto existe algún caso en la música etnográfica.

Los más pequeños que conocemos son los *šupelka* de Macedonia con entre 24 y 35 cm. de largo y las *flojeras* griegas, algunas de ellas hechas en huesos del ala de aves de presa (Sadie, 1984; Tranchefort, 1985), como las que se pueden ver hoy día expuestas en el Museum of Greek Folk Musical Instruments, procedentes del área de Delfos, de la isla de Lesbos y de la región de Epiro.

A nivel arqueológico contamos con el hallazgo en 1938 del aerófono de Samtavro (Mtskheta, Georgia). Está hecho en tibia de cisne, tiene tres perforaciones, 19,9 cm de largo y una anchura entre 1,1 y 1,8 cm. Fue hallado en el ajuar correspondiente a un sepulcro de un chico de 14-15 años. A ésta los arqueólogos la llamaron: "tumba del pequeño pastor". Se data en el siglo XII-XI a.C. Este resto arqueológico ha sido identificado como un instrumento típico de este país, el *salamuri*.

La segunda opción de embocadura testeada ha sido como instrumento de lengüeta (clarinete). Se han usado tres lengüetas de diferente tamaño realizadas en caña (*Arundo donax*). En el paleolítico pudo emplearse alguna herbácea similar (*Phragmites*) u otros materiales, como cálamos de grandes plumas. Estas se colocan en el extremo proximal de las reproducciones sujetas con cera (fig. 10). Para tocarlas, se

	1	2	3		4	5
Notación alfabética	F#4	G4	A1	A2	A#4	C5-C#5
			A4	G#4		
Rango de frecuencias (en Hz)	365-377	397-401	433-449	393-426	476-480	539-552
Frecuencia media (en Hz)	371	399	441	409	478	545
Desviación (en Cents)	±28	±8.68	±31.41	±69.79	±7.24	±20.63
Digitación	1	2	3		4	5-6

Tabla 5. Registros obtenidos como instrumento de lengüeta (Clarinete): Lengüeta mediana. Los números de la fila "Digitación" hacen referencia a las posiciones de la digitación tal y como se indican en la figura 10. Funciona de igual modo tanto en posición abierta como cerrada.

introduce la lengüeta completamente en la boca, se sopla a través de la abertura realizada, y así se pone en vibración la tabla practicada en ella (fig. 10.C). Con cada una de ellas sólo se consigue un registro, si bien, esto no es relevante ni supondría un problema para su utilización, puesto que si observamos los usos y maneras de la música etnográfica en general, escalas similares funcionan perfectamente en diferentes culturas musicales, y buscan su variabilidad en otras características sonoro-musicales (cambios de ritmo, volumen, timbre, efectos, etc.), que en esta versión se tienen sin lugar a dudas. Ambas réplicas funcionan igual con digitación abierta y cerrada, solo hay pequeñas diferencias de timbre. Tienen un sonido pleno, con potencia, cuerpo y gran volumen.

La lengüeta pequeña, así como la grande, no guardan una relación lógica en cuanto a su tamaño con el resto del instrumento (tubo), por lo que han ofrecido más problemas que soluciones. Estas dos lengüetas no afinan bien su quinta, cuestión fundamental, ya que la quinta justa está presente de modo físico en la serie armónica (tercer armónico), y en la mayoría de culturas musicales del mundo (a diferencia de las terceras que se afinan en cada lugar de manera diferente, siguiendo otros aspectos de orden social y cultural). Si funciona bien esta relación interválica, el resto de sonidos da igual cómo se organicen ya que siempre hay una referencia/sustento en estas dos notas de modo natural. Además, en casi todas las músicas actuales tradicionales las quintas son justas. Sumado a lo anterior, también comprobamos que en cada prueba realizada se alcanza una escala diferente (comparar García Benito, 2014 y García Benito et al., en prensa), por lo que no son lengüetas constantes y regulares, como sería lo deseable. Y también estas escalas repiten sonidos, y tienen poco desarrollo por lo que no son razonables, siendo descartadas.

Sin embargo, todos estos inconvenientes desaparecen con la lengüeta de tamaño medio. Esta se ajusta a la relación de tamaño. Produce siempre la misma escala con leves diferencias (producidas por su colocación en cada uso que no es exacta en todas las ocasiones). Así, es constante, y afina bien la quinta. Además,

utilizada en ambas réplicas los resultados son parejos (tabla 5). La variabilidad sonora en cada una de las notas obtenidas con este caso en sus diferentes sonidos ronda entre los  $\pm 6$  y  $\pm 69$  cents, asumible la variación hasta los  $\pm 30$  cents. Así el único valor que se despara de lo normal es el obtenido por su tercer sonido sobre todo en la segunda reproducción.

En cuanto a la elaboración de las lengüetas, lo harían por ensayo error como ocurren en el mundo etnográfico. Una vez encontrarán una que estuviera dentro de sus gustos o intenciones sonoras y musicales, la copiarían tantas veces como hiciera falta, e incluso cuando dejaran de funcionar las que tenían, podrían alargar su vida colocando un frenillo con algún tendón, fibra o tripa. Es interesante mencionar la dirección de la apertura de la lengüeta. No sabemos cuál sería su elección, aunque acústicamente es indistinto.

En este tipo de instrumentos no se articula el sonido, como si se hace en los de bisel (se pueden realizar ataques o *staccato*), ya que no es fácil. Así, se gasta todo el aire de una vez, o bien se utiliza la respiración circular si se conoce la técnica. Permite por tanto la articulación "tipo gaita" con digitación cerrada (fig. 10.C) (al cambiar de sonido siempre se oye brevemente el más grave que actúa como falso bordón), dando la sensación del *staccato*.

La tercera opción testeada ha sido como instrumento de boquilla/labio (trompa). Para producir su sonido, se le introduce aire a través de su parte proximal. En ésta se colocan los labios del instrumentista en posición semicerrada. Así, al pasar el aire por ellos, estos se ponen en vibración generándolo. Es una embocadura muy complicada y forzada (lo que ocasiona una gran variabilidad en su rango sonoro de entre los  $\pm 26$  y  $\pm 104$  cents) por la estrechez del tubo, pero posible con técnica y práctica (fig. 10.B). Esto hace que sea imposible, si no se está dotado para ello, producir varios sonidos (armónicos) con cada digitación, al modo de los instrumentos de metal actuales. La escala obtenida se indica en la tabla 6. En este caso no se ha indicado diferencia en la última nota (García Benito et al, en prensa) G5 en el aerófono 1 y, F5/F#5 en el aerófono 2, que es donde se da la variación más amplia entre las

	1	2	3	4	5
Notación alfabética	A4	B4	C#5	E5	F5-F#5-G5
Rango de frecuencias (en Hz)	428-451	476-491	553-579	651-692	706-797
Frecuencia media (en Hz)	439	483	566	671	751
Desviación (en Cents)	±45.31	±26.86	±39.77	±52.87	±104.95
Digitación	1	2	3-4*	5-6*	7-8*

Tabla 6. Registros obtenidos como instrumento de labio trompa. Los números de la fila "Digitación" hacen referencia a las posiciones de la digitación tal y como se indican en la figura 10. El asterisco indica posiciones de horquilla.

dos reproducciones, alcanzando los  $\pm 104$  cents en su conjunto. Esta última nota es muy variable; lo hemos comprobado en diferentes pruebas y test. Esta variedad puede deberse a la dificultad a la hora de ser tocado así el instrumento (lo que se nos antoja probable), o a la morfología del instrumento como parece que ocurre en las anteriores variaciones marcadas para otros ejemplos. Esta segunda opción nos parece menos factible porque este sonido depende de más variables que sólo de la morfología del instrumento en sí, como son la presión del aire y la embocadura.

## Conclusiones

Como ha quedado de manifiesto, el proceso de manufactura de este tubo perforado incluye un conjunto de acciones muy básicas que incluso pueden ser ejecutadas, y así se ha demostrado, con soportes brutos exclusivamente. Por otra parte requiere una escasa inversión de tiempo. Consideramos incluso que ese tiempo podría ser rebajado si el hueso se trabajase en húmedo.

En estas reproducciones la obtención de los agujeros mediante el rebaje por raspado de la pared ósea en lugar de la perforación ha reducido el tiempo en un 34%. En este caso resulta un procedimiento más eficiente que la perforación (por rotación manual) y que la incisión repetida, pero se reduce el control sobre el tamaño del agujero, y también un tanto sobre la posición, sobre todo si estos se encuentran en la cara dorsal, desplazándose ligeramente hacia un lado respecto al eje longitudinal del hueso.

También se pierde control con respecto a la forma. Una perforación se traduce en una agujero de perímetro regular, circular, mientras que la morfología del agujero obtenido por rebaje queda más a expensas del variable grosor de la pared del hueso a la par que resulta con márgenes menos resistentes.

Se ha dicho que la morfología rebajada que acompaña a la perforación por incisiones repetidas podría haber servido para mejorar la eficiencia neumática de unas manos castigadas por intensos esfuerzos (Lawson y d'Errico, 2002). Aunque es difícil reunir la información, y estamos trabajando en ello, parece que hay una predominio de perforaciones por incisión o rebaje

sobre las hechas por rotación en los restos de instrumentos musicales paleolíticos, siendo revertida la tendencia en cronologías posteriores. Sin poner en duda esa eficiencia neumática, sí queremos apuntar que i) durante la utilización del aerófono no ha habido ningún problema a la hora de taponar agujeros de menos de un cm. de diámetro, como son estos; ii) que la inevitable forma cónica invertida de una perforación realizada con un instrumento lítico ya ofrece cierto "avellanado" del agujero facilitando esa eficiencia neumática si acaso es necesaria y iii) que esa supuesta eficacia no parece ser determinante a tenor de las tipologías de nuestros aerófonos actuales y tradicionales, en los que predomina una sección circular y agujeros no avellanados. El avellanado, que si se da, por supuesto, es utilizado por algunos *luthiers* para el ultraafinado del instrumento reduciendo la chimenea del agujero, es decir, el grosor del tubo, pero no pensamos que este fuera el caso de Isturitz. Estamos tentados de pensar que la forma de realización de los agujeros así, en buen número de estos tubos de Isturitz, o los anteriores de Hohle Fels o Geissenklösterle (Munzel et al., 2002; Conard et al., 2004 y 2009) puede ser una traslación del mismo proceso de trabajo sobre esos otros materiales alternativos más frágiles y perecederos que pudieron utilizarse (vegetales o cañones de plumas), que pudieron ser más comunes que los de hueso, y en los que la perforación es claramente la forma menos eficaz de todas.

El uso de los artefactos no ha sido en absoluto conservativo para con las huellas de uso. No hemos pretendido obtener un catálogo de referencia de huellas laborales alejado de la realidad, sino acometer unas acciones de forma realista. Por ello, y más que por el propio carácter de las acciones, por el tipo de materia procesada, nos encontramos, en general, con un deterioro acusado de los útiles, con una transformación macroscópica importante, que ha conllevado la reducción de buena parte de zonas activas y, también, con una ratio de aparición de micropulidos muy baja (2 de 11 piezas, aunque 2 de 16 zonas activas) y con un desarrollo de escaso a moderado, aspectos estos determinados por lo anteriormente dicho y también por el escaso tiempo de utilización de los útiles.

Acústicamente, se comprueba que este tubo perforado es un aerófono con tres posibles formas de interpretación a través de su lado proximal.

Observando los resultados alcanzados, en cuanto a su embocadura, cualquiera de las opciones probadas es factible puesto que no presentan mayores dificultades a la hora de su interpretación más que las específicas e intrínsecas de cada ejemplo como hemos explicado. Además, cada una de estas alternativas tiene sus particularidades y características propias que las hacen especiales tanto en relación a las notas/sonidos que ofrecen, su cantidad, calidad y la estructura de sus escalas, como al timbre propio que se consigue con cada una de ellas.

Así, aparentemente, la opción que más posibilidades sonoras arroja, por la cantidad de sonidos obtenidos, es como instrumento de bisel final. Pero tímbricamente es muy sugerente la alternativa como instrumento de lengüeta, sin dejar de lado su particular uso como instrumento de labio/boquilla. Sin embargo, la dificultad de interpretación, y la necesidad de un aprendizaje en la primera y tercera opción, o la obligación de fabricar lengüetas en la segunda, hacen que cada una tenga puntos tanto a favor como en contra a la hora de su elección.

Asimismo, tampoco se hallan grandes problemas o inconvenientes de utilización en las diferentes escalas que surgen con cada opción de las testadas, a excepción de las comentadas con las lengüetas pequeña y grande. Así, no hay ningún tipo de estridencias que nos hagan pensar en lo contrario como para descartar alguna de ellas dentro de la diversidad sonora y musical de la humanidad.

Por tanto, decantarse únicamente por una de ellas es muy difícil debido a que no conocemos cual sería la estética y el gusto sonoro-musical en el Paleolítico que les haría decantarse por una u otra posibilidad. Por esto, como hipótesis de trabajo, pensamos que una

buena manera de comprender e investigar este resto arqueo-organológico es verlo como un “multi-instrumento” y, de esta manera, englobar todas las opciones que hemos visto hasta aquí en un sólo elemento de estudio.

Queda por indicar que no se antoja correcta la inmediata denominación de flauta de estos tubos perforados, como ha sido habitual. Como hemos visto pueden ser eso o cualquiera de los otros tipos de aerófonos examinados, o por comprobar, siempre y cuando su embocadura no nos indique lo contrario. Por ello, a este conjunto se le debe denominar como “Aerófonos con perforaciones para su digitación musical”, o simplemente, aerófonos, sin indicar nada más allá hasta no comprobar su adscripción a un grupo u otro.

Esta vía de estudio experimental, con análisis complementarios en el campo traceológico y arqueomusicológico, se muestra como una línea muy adecuada para su investigación y la de otros ejemplos similares del Paleolítico europeo que todavía permanecen con dudas o sin estudio adecuado.

## Agradecimientos

Este estudio se ha llevado a cabo dentro del Grupo de Investigación “Primeros Pobladores del Valle del Ebro” y como parte del proyecto de investigación “Transiciones Climáticas y Adaptaciones Sociales en la Prehistoria de la Cuenca del Ebro”, financiado por el “Programa Estatal de Fomento de la Investigación Científica y Técnica de Excelencia” (HAR 2014-59.042-P). Queremos agradecer la colaboración del Centro de Recuperación de Fauna Sívestre de “La Alfranca” (Gobierno de Aragón) y en particular de su veterinario Chabier González, así como la ayuda desinteresada de los músicos Mario Gros Hernández y Mustapha Ghouzal, por sus interesantes y provechosas indicaciones.

## Bibliografía

- ABSOLON, C. (1936-1937): Les flûtes paléolithiques de l'Aurignacien et du Magdalénien de Moravie, analyse musicale et ethnologique comparative avec démonstration. *Congrès Préhistorique de France, Compte-rendu de la XII<sup>e</sup> session*. Toulouse-Foix, 770-784.
- BAR-YOSEF, O. (1998): On the nature of transitions: the Middle to Upper Palaeolithic transition and the Neolithic revolution. *Cambridge Archaeological Journal*, 8, 141-163.
- BUISSON, D. (1990): Les flûtes paléolithiques d'Isturitz (Pyrénées-Atlantiques). *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 87 (10-12), 420-433.
- BUISSON, D. (1994): Les flûtes paléolithiques d'Isturitz (Pyrénées-Atlantiques). En C. Homo-Lechner, A. Bélis, A. Buckley, F. Picard, F. (Eds.), *La pluridisciplinarité en archéologie musicale*. IV<sup>e</sup> rencontres internationales d'archéologie musicale de l'ICTM, Saint-Germain-en-Laye, 8-12 octobre 1990 (eds. Maison des Sciences de l'Homme, Paris, 259-275).
- BUISSON, D. y DARTIGUEPEYROU, S. (1996): Fabriquer une flûte au Paléolithique Supérieur. Récit d'une expérimentation. *Antiquités Nationales* 28, 145-148.
- CHEYNIER, A. (1963): *La Caverne de Pair-non-Pair: Gironde: fouilles de François Daleau*. Société Archéologique, Bordeaux.
- CHEYNIER, A. (1965): *Comment vivait l'homme des cavernes à l'âge du renne*. Les éditions du scorpion, Paris.
- CLARK, G. A. (1997): The Middle-Upper Palaeolithic transition in Europe: an American perspective. *Norwegian Archaeological Review*, 30, 25-53.
- CLODORÉ-TISSOT, T. (2009): Reconstituer la flûte de Veyreau, récit d'une expérimentation. En: C. Dumas, B. Roussel, P. J. Texier (Dir.), *Langage de pierre, la restitution du geste en archéologie préhistorique*. Actes du colloque européen 2009. Musée des Baux de Provence, Maison Cazenave, 70-74.
- CONARD, N. J. (2007a): Cultural Evolution in Africa and Eurasia During the Middle and Late Pleistocene. En: W. Henke, I. Tattersall (Eds.), *Handbook of Paleoanthropology*. Springer-Verlag, Berlin – Heidelberg – New York, 2001-2037.
- CONARD, N. J. (2007b): Les flûtes aurignaciennes des grottes du Geissenklösterle et du Vogelherd (Jura souabe)/ Flöten aus dem Aurignacien der Höhlen Geißenklösterle und Vogelherd auf der Schwäbischen Alb. En: H. Floss, N. Rouquerol (Eds.), *Les chemins de l'art aurignacien en Europe/Das Aurignacien und die Anfänge der Kunst in Europa: Colloque international/Internationale Fachtagung, Aurignac 16-18 septembre 2005*. Museeforum d'Aurignac, Aurignac, 345-354.
- CONARD, N. J. y MALINA, M. (2006): Schmuck und vielleicht auch Musik am Vogelherd bei Niederstotzingen-Stetten ob Lontal, Kreis Heidenheim. *Archäologische Ausgrabungen in Baden-Württemberg* 2005, 21-25.
- CONARD, N. J. y MALINA, M. (2008): New Evidence for the Origins of Music from the Caves of the Swabian Jura. En: A. A. Both, R. Eichmann, E. Hickmann, L. C. Koch (Eds.), *Challenges and Objectives in Music Archaeology*. Papers from the 5th Symposium of the International Study Group on Music Archaeology at the Ethnological Museum, State Museums Berlin, 19-23 September 2006. Studien zur Musikarchäologie VI, Orient-Archäologie 22. Deutsches Archäologisches Institut, Rahden/Westf., 13-22.
- CONARD, N. J., MALINA, M. y MÜNZEL, S. C. (2009): New flutes document the earliest musical tradition in southwestern Germany. *Nature* 469, 7 37-740.
- CONARD, N. J., MALINA, M., MÜNZEL, S. C. y SEEBERGER, F. (2004): Eine Mammutfelbeinflöte aus dem Aurignacien des Geissenklösterle. Neue Belege für eine musikalische tradition im frühen Jungpaläolithikum auf der Schwäbischen Alb. *Archäologisches Korrespondenzblatt*, 34, 447-462.
- COUSTÉ, R. y KRTOLITZA, Y. (1961): La flûte paléolithique de l'abri Lespaux à Saint-Quentin de Baron (Gironde). *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 58 (1-2), 28-30.
- DAUVOIS, M. (1994a): Les témoins sonores paléolithiques, extérieur et souterrain. En: M. Otte (Ed.), *Sons originels, préhistoire de la musique*, 11-13 Décembre 1992, 5th International Meeting of the ICTM Study Group on Music Archaeology. Etudes et Recherches Archéologiques de l'Université de Liège 61. Université de Liège, Liège, 11-31.
- DAUVOIS, M. (1994b): Les témoins paléolithiques du son et de la musique. En: C. Homo-Lechner, A. Bélis, A. Buckley, F. Picard (Eds.), *La pluridisciplinarité en archéologie musicale*, IV<sup>e</sup> Rencontres Internationales d'Archéologie Musicale de l'ICTM, Saint-Germain-en-Laye, 8-12 octobre 1990. Maison des Sciences de l'Homme, Paris, 151-206.
- DAUVOIS, M. (1999): Mesures acoustiques et témoins sonores osseux paléolithiques. En: M. Julien, A. Averbouh, D. Ramseyer, D. Buisson, P. Cattelain, M.H. Patou-Mathis (Eds.), *Préhistoire d'os, recueil d'études sur l'industrie osseuse préhistorique offert à H. Camps-Faber*. Publications de l'Université de Provence, Aix-Provence, 165-189.
- DAUVOIS, M. (2005-2006): Homo musicus palaeolithicus et Paleoacustica. *Munibe (Antropologia-Arkeologia)* 57, 225-241.
- DAUVOIS, M., BOUTILLON, X., FABRE, B. y VERGE, M. (1998): Son et musique au Paléolithique. *Pour la Science* 253, 52-58.
- DELPORTE, H. (1974): Le moustérien d'Isturitz d'après la collection Passemard (Musée des Antiquités Nationales). *Zephyrus*, 25, 17-42.
- DELPORTE, H. (1980-1981) La collection Saint-Périer et le Paléolithique d'Isturitz: une acquisition prestigieuse. *Antiquités nationales*, 12-13, 20-26.
- D'ERRICO, F. y VILLA, P. (1997): Holes and grooves. The contribution of microscopy and taphonomy to the problem of art origins. *Journal of Human Evolution*. 33, 1-31.
- D'ERRICO, F. y LAWSON, G. 2006. The sound paradox: how to assess the acoustic significance of archaeological evidence? En: C. Scarre, G. Lawson (Eds.), *Archaeoacoustics*. Oxbow Books, Cambridge, 41-57.
- DIBBLE, H. L., BERNA, F., GOLDBERG, P., MCPHERRON, S. P. y MENTZER S. (2009): A Preliminary Report on Pech de l'Azé IV, Layer 8 (Middle Palaeolithic, France). *PaleoAnthropology*, 2009, 182-219.
- DIEDRICH, C. G. (2015): 'Neanderthal bone flutes': simply products of Ice Age spotted hyena scavenging activities on cave bear cubs in European cave bear dens. *Royal Society Open Science*. 2, 140022, 1-16.
- EINWÖGERER, T. y KÄFER, B. (1998): Eine Jungpaläolithische Knochenflöte aus der Station Grubgraben bei Kammerm, Niederösterreich. *Archäologisches Korrespondenzblatt* 28 (1), 21-30.
- ESPARZA SAN JUAN, X. (1990): *El Paleolítico superior de la cueva de Isturitz en la Baja Navarra (Francia)*. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- FAGES, G. y MOURER-CHAUVIRÉ, C. (1983): La flûte en os d'oiseau de la grotte sépulcrale de Veyreau (Aveyron) et inventaire des flûtes préhistoriques d'Europe. En: F. Poplin (Dir.), *La faune et l'homme préhistorique, dix études en hommage à Jean Bouchud*. Mémoires de la Société Préhistorique Française 16. Société Préhistorique Française, Paris, 95-103.
- FANLO, J., PÉREZ-LAMBÁN, F. y PICAZO, J.V. (2010): El poblamiento antiguo en el valle del río Huerva. Resultados de las campañas de prospección de 2007-2009. *Salduie*, 10, 285-315.

- FINLAYSON, C., BROWN, K., BLASCO, R., ROSELL, J., NEGRO, J. J., BORTOLOTTI, G. R., FINLAYSON, G., SÁNCHEZ MARCO, A., GILES PACHECO, F., RODRÍGUEZ VIDAL, J., CARRIÓN, J. S., FA, D. A. y RODRÍGUEZ LLANES, J. M. (2012): Birds of a Feather: neanderthal exploitation of raptors and corvids. *PLoS ONE* 7 (9), 1-9.
- FIORE, I., GALA, M. y TAGLIACCOZZO, A. (2004): Ecology and Subsistence Strategies in the Eastern Italian Alps During the Middle Palaeolithic. *Int'l J Osteoarch* 1, 273-286.
- FLOSS, H. (2006): Als der Mensch schuf, schuf er richtig – Europas kreativer Urknall vor 35.000 Jahren. En G. Uelsberg, S. Loetters (Eds.), *Roots. Wurzeln der Menschheit*. Rheinisches Landesmuseum, Bonn, 209-226.
- GAMBLE, C. (1999): *The Palaeolithic Societies of Europe*. Cambridge University Press.
- GARCÍA BENITO, C. (2014): *Arqueología Musical Prehistórica: aproximación a través de la Arqueología Experimental aplicada a la Arqueo-Organología, de la Arqueoacústica y de la Iconografía Musical Prehistórica*. Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza.
- GARCÍA BENITO, C., ALCOLEA, M. y MAZO, C. (en prensa): Experimental study of aerophone of Isturitz: manufacture, use-wear analysis and acoustic tests. *Quaternary International* 422.
- GAUDZINSKI S. y NIVEN L. (2009): Hominin subsistence patterns during the Middle and Late Pleistocene in northwestern Europe. En: J. J. Hublin, M. P. Richards (Eds.), *The Evolution of Hominin Diets: Integrating Approches to the Study of Palaeolithic Subsistence*. Springer, Dordrecht, 99-111.
- GIBSON, K. R. (1996): The biocultural human brain, seasonal migrations, and the emergence of the Upper Palaeolithic. En: P. Mellars, K. Gibson (Eds.), *Modelling the Early Human Mind*, 33-46. Cambridge: McDonald Institute for Archaeological Research.
- GILMAN, A. (1984): Explaining the Upper Palaeolithic Revolution. En E. Springs (Ed.), *Marxist Perspectives in Archaeology*, 125-126. Cambridge: Cambridge University Press.
- GOUTAS, N. (2004): *Caractérisation et évolution du Gravétien en France par l'analyse techno-économique des industries en matières osseuses*. Thèse de doctoral, Université de Paris I.
- HAHN, J. (1995): Eine 36.000 Jahre alte Knochenflöten aus dem Aurignacien des Geißenklösterle. En: A. Scheer A. (Ed.), *Höhlenarchäologie im Urdonautal bei Blaubeuren*. Museumsheft 1. Urgeschichtliches Museum Blaubeuren, Blaubeuren.
- HAHN, J. Flûtes aurignaciennes de la grotte Geissenklösterle, Jura Souabe. En: M. Julien, A. Averbouh, D. Ramseyer, D. Buisson, P. Cattelain, M. H. Patou-Mathis (Eds.), *Préhistoire d'os, recueil d'études sur l'industrie osseuse préhistorique offert à H. Camps-Faber*. Publications de l'Université de Provence, Aix-Provence, 159-163.
- HAHN, J. y MÜNDEL, S. C. (1995): Knochenflöten aus den Aurignacien des Geißenklösterle bei Blaubeuren, Alb-Donau-Kreis. *Fundberichte aus Baden-Württemberg*, 20, 1-12.
- HARDY, B. L., KAY, M., MARKS, A. E. y MONIGAL, K. (2001): Stone tool function at the paleolithic sites of Starosele and Buran Kaya III, Crimea: Behavioral implications. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 98, 19, 10972-10977.
- HARDY, B. L. y MONCEL, M. H. (2011): Neanderthal Use of Fish, Mammals, Birds, Starchy Plants and Wood 125-250,000 Years Ago. *PLoS ONE* 6, 8, 1-10.
- HEIN, W. (1998): Zur rekonstruktion und Funktion jungpaläolithischer Knochenflöten. *Musica instrumentalis. Zeitschrift für Organologie*, 1, 120-128.
- HIGHAM, T., BASELL, L., JACOBI, R., WOOD, R., BRONK RAMSEY, C. y CONARD, N. J. (2012): Testing models for the beginnings of the Aurignacian and the advent of figurative art and music: The radiocarbon chronology of Geißenklösterle. *Journal of Human Evolution*, 30, 1-13.
- HOFFECCKER, J. F. (2002): *Desolate Landscapes: Ice-Age Settlement in Eastern Europe*. New Brunswick: Rutgers University Press.
- HORUSITZKY, F. Z. (2003): Les flûtes paléolithiques: Divje babe I, Istallóskö, Lokve, etc. Point de vue des experts et des contestataires. Critique de l'appréciation archéologique du spécimen n° 652 de Divje babe I et arguments pour la défense des spécimens Pb51/20 et Pb 606 du MNM de Budapest. *Arheoloski vestnik*, 54, 45-66.
- HORUSITZKY, F. Z. (2004): Les artefacts en os et bois de cerf à Bukovac, Lovke (Croatie). Une seconde flûte possible? *Arheoloski vestnik* 55, 9-37.
- KÄFER, B. (1998): *Paläolithische Knochenflöten im Ostalpenraum und dem nordöstlich vorgelagerten Lößgebiet*. Magisterarbeit, Institut für Volksmusikforschung an der Hochschule für Musik und darstellende Kunst, Wien.
- KÄFER, B. y EINWÖGERER, T. (2002): Die jungpaläolithische Knochenflöte aus der Station Grubgraben bei Kammern, Niederösterreich, und ihre Spielweise im Nachbau mit Silexwerkzeugen. En E. Hickmann, A. Kilmer, R. Eichmann, R. (Eds.), *The Archaeology of Sound: Origin and Organisation*, Papers from the 2nd Symposium of the International Study Group on Music Archaeology at Monastery Michaelstein, 17-23 September 2000, and Music Archaeology of the Aegean and Anatolia. Papers from the colloquium on Music Archaeology organised by the Deutsches Archäologisches Institut (Istanbul) in cooperation with the ICTM Study Group on Music Archeology (6th meeting) and the Institut Français d'Archéologie (Istanbul), Mimar Sinan University, Istanbul, 12-16 April 1993. *Studien zur Musikarchäologie III, Orient-Archäologie* 10. Deutsches Archäologisches Institut, Rahden/Westf., 91-103.
- KEELEY, L. H. (1980): *Experimental determination of stone tools uses: A microwear analysis*. University of Chicago Press, Chicago.
- KLEIN, R. G. (1999): *The Human Career*. Chicago: University of Chicago Press.
- KNECHT, H., PIKE-TAY, A. y WHITE, R. (1993): *Before Lascaux: The Complex Record of the Upper Palaeolithic*. Boca Raton: CRC Press.
- KOZŁOWSKI, J. K. (1990): A multi-aspectual approach to the origin of the Upper Palaeolithic in Europe. En P. A. Mellars (Ed.), *The Emergence of the Modern Humans: An Archaeological Perspective*, 419-437. Edinburgh: Edinburgh University Press.
- LAROULANDIE, V. (2010): Alpine chough *Pyrrhocorax graculus* from Pleistocene sites between Pyrenees and Alps: Natural versus Cultural Assemblages. En W. Prummel, D. Brinkhuizen, J. Zeiler (Eds.), *Birds in Archaeology*. Groningen Archaeological Studies 12. Groningen Institut of Archaeology, Groningen, 219-232.
- LAWSON, G. y d'ERRICO, F. (2002): Microscopic, Experimental and theoretical re-Assessment of Upper Paleolithic Bird-Bone Pipes from Isturitz, France: Ergonomics of Design, Systems of Notation and the Origins of Musical Tradition. En: E. Hickmann, A. Kilmer, R. Eichmann (Eds.), *The Archaeology of Sound: Origin and Organisation*, Papers from the 2nd Symposium of the International Study Group on Music Archaeology at Monastery Michaelstein, 17-23 September 2000, and Music Archaeology of the Aegean and Anatolia. Papers from the colloquium on Music Archaeology organised by the Deutsches Archäologisches Institut (Istanbul) in cooperation with the ICTM Study

- Group on Music Archeology (6th meeting) and the Institut Français d'Archéologie (Istanbul), Mimar Sinan University, Istanbul, 12-16 April 1993. *Studien zur Musikarchäologie III, Orient-Archäologie 10*. Deutsches Archäologisches Institut, Rahden/Westf., 119-142.
- LE GONIDEC, M. B., GARCÍA, L. y CAUSSÉ, R. (1996): Au sujet d'une flûte paléolithique, en souvenir de Dominique Buisson. *Antiquités Nationales* 28, 149-152.
- LEORZA, R. (2013): Estudio de las materias primas líticas. En: J.M. Rodanés, J.V. Picazo (Coord.), *El campamento mesolítico del Cabezo de la Cruz. La Muela-Zaragoza*. Monografías Arqueológicas 45. PUZ, Zaragoza, 43-73.
- MAZO, C. (1991): *Glosario y cuerpo bibliográfico de los estudios funcionales en prehistoria*. Monografías Arqueológicas 34. Universidad de Zaragoza, Zaragoza.
- MAZO, C. (1997): Análisis de huellas de uso. "Del dicho al hecho...". *Veleia*, 14, 9-40.
- MAZO, C. (2013): Análisis tecno-tipológico y funcional de la industria lítica. En: J.M. Rodanés, J.V. Picazo (Coord.), *El campamento mesolítico del Cabezo de la Cruz. La Muela-Zaragoza*. Monografías Arqueológicas 45. PUZ, Zaragoza, 31-42.
- MELLARS, P. A. (1968): Problems and non-problems in Palaeo-organology, a musical miscellany. En: J. M. Coles, D. D. A. Simpson (Eds.), *Studies in ancient Europe: Essays presented to Stuart Piggott*. Leicester University, Press Leicester, 333-358.
- MELLARS, P. A. (1973): The character of the Middle-Upper Palaeolithic transition in south-west France. En C. Renfrew (Ed.), *The Explanation of Culture Change: Models in Prehistory*, 255-276. London: Duckworth.
- MELLARS, P. A. (1982): On the Middle/Upper Paleolithic transition: a reply to White. *Current Anthropology*, 23, 238-240.
- MELLARS, P. A. (1989a): Major issues in the emergence of modern humans. *Current Anthropology*, 30, 349-385.
- MELLARS, P. A. (1989b): Technological changes across the Middle-Upper Palaeolithic transition: technological, social and cognitive perspectives. En P. Mellars, C. Stringer (Eds.), *The human Revolution Behavioural and Biological Perspectives on the Origin of Modern Humans*, 338-365. Edinburgh: Edinburgh University Press.
- MELLARS, P. A. (1996): *The Neanderthal Legacy: An Archaeological Perspective from Western Europe*. Princeton: Princeton University Press.
- MELLARS, P. A. (2002): Archaeology and the Origins of Modern Humans: European and African Perspectives. En T. Crow (Ed.), *The Speciation of Modern Homo sapiens*, Proceedings of the British Academy, 106, 31-47.
- MELLARS, P. A. (2007): Comentarios arqueológicos sobre el aerófono de la Necrópolis de Afligidos, Villa Romana del Val (Alcalá de Henares, Madrid). *Zona Arqueológica*. 8 (3), 796-803.
- MEGAW, J. V. S. (1960): Penny whistles and Prehistory. *Antiquity* 34 (133), 6-13.
- MORENO, M. y PIMIENTA, C. (2004): Arqueozoología cultural: o aerofone de Conímbriga. *Revista Portuguesa de Arqueologia*. 7 (2), 407-425.
- MORGADO, A. y RONCAL LOS ARCOS, E. (2009): *Los últimos talladores del sílex. Estudio histórico-arqueológico sobre la explotación del sílex en las tierras de Loja y la producción militar de piedras de chispa en el reino de Granada durante los siglos XVIII y XIX*. Fundación Ibn al-Jatib, Ayuntamiento de Loja, Artífice, Diputación de Granada. Granada.
- MORIN, E. y LAROUANDIE, V. (2012): Presumed Symbolic Use of Diurnal Raptors by Neanderthals. *PLoS ONE* 7(3): e32856. doi:10.1371/journal.pone.0032856 .
- MORLEY, I. (2013): *The Prehistory of Music. Human Evolution, Archaeology, & the Origins of Musicality*. Oxford University Press, Oxford.
- MOURER-CHAUVIRÉ, C. (1975): Les oiseaux du Pleistocène moyen et supérieur de France. *Documents des Laboratoires de Géologie de la Faculté des Sciences de Lyon*, 64, 2.
- MOURER-CHAUVIRÉ, C. (1989): Les oiseaux. En: M. Campy, J. Chaline, M. Vuillemeu (Eds.), *La Baume de Gigny*. Gallia Préhistoire, XXVII suppl., 121-129.
- MÜNDEL, S. C., SEEBERGER, F. y HEIN, W. (2002): The Geißenklösterle Flute: Discovery, Experiments, Reconstructions. En: E. Hickmann, A. Kilmer, R. Eichmann (Eds.), *The Archaeology of Sound: Origin and Organisation*, Papers from the 2nd Symposium of the International Study Group on Music Archeology at Monastery Michaelstein, 17-23 September 2000, and Music Archeology of the Aegean and Anatolia. Papers from the colloquium on Music Archeology organised by the Deutsches Archäologisches Institut (Istanbul) in cooperation with the ICTM Study Group on Music Archeology (6th meeting) and the Institut Français d'Archéologie (Istanbul), Mimar Sinan University, Istanbul, 12-16 April 1993. *Studien zur Musikarchäologie III, Orient-Archäologie 10*. Deutsches Archäologisches Institut, Rahden/Westf., 107-118.
- NORMAND, CH., DE BEAUNE, S. A., COSTAMAGNO, S., DIOT, M. F., HENRY-GAMBIER, D., GOUTAS, N., LAROUANDIE, V., LENOBLE, A., O'FARRELL, M., RENDU, W., RÍOS GARAIZAR, J., SCHWAB, C., TARRIÑO, A., TEXIER, J.P. y WHITE R. (2007): Nouvelles données sur la séquence aurignacienne de la grotte d'Isturitz (communes d'Isturitz et de Saint Martin d'Arberou. Pyrénées Atlantiques). En: *Actes du Congrès Préhistorique de France, XXVIe session, Congrès du Centenaire*, 21-25 septembre 2004. Mémoires de la Société Préhistorique Française, Avignon, 277-293.
- NORMAND, CH., GOUTAS, N., LACARRIÈRE, J. y SIMONET, A. (2012): El Gravetiense de la cueva de Isturitz: nuevas investigaciones, nuevos datos. En: C. de las Heras, J.A. Lasheras, A. Arrizabalaga, M. de la Rasilla, M. (Coords.), *Pensando en el Gravetiense: nuevos datos para la región cantábrica en su contexto peninsular y pirenaico*. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, Museo Nacional y Centro de Investigación de Altamira, 161-183.
- ODELL, G.H., TRINGHAM, R., ROBERTS, M., VOYTEK, B. y WHITMAN, A. (1976): Microwear analysis. *Journal of Field Archaeology*, 3, 239-240.
- OMERZEL-TERLEP, M. (1996): Koščene Piscalci. Pričetek Slovenske, Evropske in Svetovne Instrumentalne Glasbene Zgodovine. *Etnolog. Nova vrsta*, 6, 235-294.
- PASSEMARD, E. (1923): Une flûte Aurignacienne d'Isturitz. *Congres de l'Association Française pour l'Avancement des Sciences 46e session*. Montpellier, 474-476.
- PERESANI, M., FIORE, I., GALA, M., ROMANDINI, M. y TAGLIACOZZO, A. (2011): Late Neanderthals and the intentional removal of feathers as evidenced from bird bone taphonomy at Fumane Cave 44 ky B.P., Italy. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108, 10, 3888-3893.
- PÉTILLON, J. M. (2004): Lecture critique de la stratigraphie magdalénienne de la Grande Salle d'Isturitz (Pyrénées-Atlantiques). *Antiquités nationales*, 36, 105-131.
- PIETTE, E. (1874): La flûte composée à l'Âge du renne. *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences* 79, 1277-1279.
- PLISSON, H. (1985): Étude fonctionnelle d'outillages lithiques préhistoriques par l'analyse des micro-usures: Recherche méthodologique et archéologique. Université de Paris I, Paris.

- RADOVČIĆ, D., SRŠEN, A. O., RADOVČIĆ, J. y FRAYER, D. W. (2015): Evidence for Neandertal Jewelry: Modified White-Tailed Eagle Claws at Krapina. *PLoS ONE* 10(3): e0119802. doi:10.1371/journal.pone.0119802
- RINGOT, J. L. (2012): Upper Paleolithic Aerophones – Flute or Pipe? An Experimental Approach. Summary Report. En: R. Eichmann, F. Jianjun, L. C. Koch (Eds.), *Sound from the Past. The Interpretation of Musical Artifacts in an Archaeological Context*. Papers from the 7th Symposium of the International Study Group on Music Archaeology at the Tianjin Conservatory of Music, Tianjin, China, 20-25 September, 2010. Studien zur Musikarchäologie VIII, Orient-Archäologie 27. Deutsches Archäologisches Institut, Rahden/Westf., 389-391.
- ROMANDINI, M., PERESANI, M., LAROUANDIE, V., METZ, L., PASTOORS, A., VAQUERO, M. y SLIMAK, L. (2014) Convergent Evidence of Eagle Talons Used by Late Neanderthals in Europe: A Further Assessment on Symbolism. *PLoS ONE*, 9, 7.
- ROUSSOT, A. (1970): Flûtes et sifflets paléolithiques en Gironde. *Revue historique de Bordeaux et du département de la Gironde*, 19, 5-12.
- SADIE, S. (Ed.) (1984): *The New Grove dictionary of musical instruments*. Macmillan, London.
- SAINT-PÉRIER, R. y SAINT-PÉRIER, S. (1950): *La grotte d'Isturitz. III, Les Solutréens, Les Aurignaciens et les Moustériens*. Archives d'Institut de Paléontologie Humaine 25. Masson, Paris.
- SCOTHERN, P. M. T. (1992): *The Music-Archaeology of the Palaeolithic within its Cultural Setting*. Unpublished PhD, University of Cambridge.
- SEEBERGER, F. (1998): Zur Spielweise paläolithischer Knochenflöten. *Archäologisches Korrespondenzblatt* 28, 31-33.
- SEEWALD, O. (1934): *Beiträge zur Kenntnis der Steinzeitlichen Musik-Instrumente Europas*. Bücher zur Ur- und Frühgeschichte 2. Anton Schroll, Wien.
- SOFFER, O. (1994): Ancestral lifeways in Eurasia –the Middle and Upper Paleolithic records. En M. H. Nitecki y D. V. Nitecki (Eds.), *Origins of Anatomically Modern Humans*, 101-109. New York: Plenum Press.
- SORESSI, M., RENDU, W., TEXIER J.-P., CLAUD, E., DAULNY, L., D'ERRICO, F., LAROUANDIE, V., MAUREILLE, B., NICLOT, M., SCHWORTZ, S. y TILLIER, A. M. (2008): Pech-de-l'Azé I (Dordogne, France): nouveau regard sur un gisement moustérien de tradition acheuléenne connu depuis le XIXe siècle. En: J. Jaubert, J. G. Bordes, I. Ortega, I. (Dir.), *Les sociétés Paléolithiques d'un grand Sud-Ouest: nouveaux gisements, nouvelles méthodes, nouveaux résultats*. Bulletin de la Société Préhistorique Française, Mémoire XLVII, 95-132.
- TABORIN, Y. (1993): Shells of the Franch Aurignacian and Gravettian. En H. Knecht, A. Pike-Tay, A.R. White (Eds.), *Before Lascaux: The Complex Record of the Upper Palaeolithic*, 211-228. Boca Raton: CRC Press.
- TARASOV, N. (2005): Die ältesten flöten der welt. *Windkanal*, 1, 6-11.
- (2009) Klänge der Eiszeit. 35000 Jahre alte Flöte entdeckt. *Windkanal*, 3, 14-17.
- TRANCHEFORT, F. R. (1985): *Los instrumentos musicales en el mundo*. Alianza, Madrid.
- TRINGHAM, R., COOPER, G., ODELL, G. H., VOYTEK, B. y WHITMAN, A. (1974): Experimentation in the formation of edge damage: A new approach to lithic analysis. *Journal of Field Archaeology*, 1, 171-196.
- TURK, I. (ed.) (1997). *Mousterian 'bone flute' and other finds from Divje Babe I Cave site in Slovenia*. Znanstvenoraziskovalni Center Sazu. Ljubljana.
- TURK, I. y KAVUR, B. (1997): Palaeolithic bone flutes – comparable material. En: Turk, I. (Ed.), *Mousterian «bone flute» and others finds from Divje Babe I cave site in Slovenia*. Institut za arheologijo ZRC SAZU, Ljubljana, 179–184.
- VAUGHAN, P. (1985): *Use-wear analysis of flaked stone tools*. University of Arizona Press, Arizona.
- VERPOORTE, A. (2012): Caching and retooling in Potočka Zijalka (Slovenia). Implications for Late Aurignacian land use strategies. *Archäologisches Korrespondenzblatt*, 42, 135-151.
- VIRCOULON, J. y DEFARGE, R. (1977): La station de Garri-gue. *Revue historique et archéologique du liboumais*, 165, 96-97.
- WHITE, R. (1982): Rethinking the Middle/Upper Paleolithic transition. *Current Anthropology*, 23, 169-192.
- WHITE, R. (2006). Un big-bang socio-culturel. *La Recherche*. La naissance de l'art, 23-36.
- WYATT, S. (2012): Sound Production in Early Aerophones. Short Report on a Work in Progress. En: R. Eichmann, J. Jianjun, L. C. Koch (Eds.), *Sound from the Past. The Interpretation of Musical Artifacts in an Archaeological Context*. Papers from the 7th Symposium of the International Study Group on Music Archaeology at the Tianjin Conservatory of Music, Tianjin, China, 20-25 September, 2010. Studien zur Musikarchäologie VIII, Orient-Archäologie 27. Deutsches Archäologisches Institut, Rahden/Westf., 393-398.

## Webs

<http://www.magticom.ge/magazine/2003-1/2003-1-10.html> [07/15/2015].