

# ARQUEOACÚSTICA, UN NUEVO ENFOQUE EN LOS ESTUDIOS ARQUEOLÓGICOS DE LA PENÍNSULA IBÉRICA

Margarita Díaz-Andreu\*, Carlos García Benito\*\* y Tomasso Mattioli\*\*\* LA LINDE, 5-2015, pp. 14-38



**RESUMEN.-** *La Arqueoacústica es una ciencia en gran auge en los últimos años dentro de los estudios arqueológicos. En la actualidad, se están realizando diferentes investigaciones en la Península Ibérica con este nuevo enfoque. Estos buscan determinar la influencia y relación que puede llegar a existir entre el arte rupestre prehistórico (Paleolítico, Levantino y Esquemático), los lugares que lo contienen (cuevas y abrigos) y su acústica. En este artículo definimos qué es Arqueoacústica, detallamos de forma general el estado de sus investigaciones de cronología prehistórica en la actualidad y presentamos la metodología y los resultados de los estudios que se están realizando en la Península Ibérica en el arte rupestre postpaleolítico.*

**PALABRAS CLAVE.-** *Arqueoacústica, arte rupestre prehistórico, Península Ibérica, acústica, sonido.*

**ABSTRACT.-** Archaeoacoustics is an increasingly popular field of research within archaeology. In the Iberian Peninsula there are currently several different projects being undertaken. In the area of rock art studies, these seek to

determine the relationship between prehistoric rock art (Palaeolithic, Levantine and Schematic) in its landscape context (caves and shelters) and acoustics. In this article we will first define Archaeoacoustics and detail the research being undertaken in relation to prehistoric rock art. We will also explain the methodology and results of current research projects related to postpaleolithic rock art in the Iberian Peninsula.

**KEY WORDS.-** Archaeoacoustics, prehistoric rock art, Iberian Peninsula, acoustic, sound.

\* Margarita Díaz-Andreu, ICREA-Departament de Prehistòria, H. Antiga i Arqueologia, Universitat de Barcelona, [m.diaz-andreu@ub.edu](mailto:m.diaz-andreu@ub.edu)

\*\* Carlos García Benito, Departamento de Ciencias de la Antigüedad, Universidad de Zaragoza, [cgb@unizar.es](mailto:cgb@unizar.es).

\*\*\* Tomasso Mattioli, Departament de Prehistòria, H. Antiga i Arqueologia, Universitat de Barcelona, [mattioli\\_tommaso@libero.it](mailto:mattioli_tommaso@libero.it)

## Introducción.

La Arqueoacústica es un campo de investigación dentro de los estudios arqueológicos de reciente aparición y desarrollo que está tomando actualmente gran notoriedad entre las nuevas investigaciones que se están realizando, tanto a nivel internacional, como peninsular. Si bien, no fue hasta finales de los años 80 y principios de los 90 cuando los primeros trabajos hechos sobre este tema dieron comienzo real a la disciplina y pusieron en relación el arte rupestre prehistórico con la acústica de los lugares donde se emplazan (Reznikoff, Dauvois, 1988; Waller, 1993a). De aquellos años también se datan los primeros y puntuales trabajos sobre los litófonos de la Cueva de Nerja (Dams, 1984, 1985), que a su vez se habían inspirado en menciones realizadas dos décadas antes y que incluían otras a la cueva de Escoural, en Portugal (Glory, 1964, p. 168; Glory et al., 1965). Desde este inicio, mucho se ha avanzado en su estudio en todos los órdenes (Devereux, 2001; Scarre, Lawson, 2006; Till, 2014), llegando finalmente a nuestras fronteras dos décadas después (Díaz-Andreu, García Benito, 2012, 2013, 2015;

Díaz-Andreu et al., 2013, 2014; Jiménez González, 2008; Picó Vila et al., 2006; y el proyecto “Songs of the Caves”).

En estos últimos años observamos ya un desarrollo notable en otros campos y subdisciplinas de la Arqueología Musical en la Península Ibérica. Por ejemplo, tenemos interesantes publicaciones de orden general y metodológico (García Benito, Jiménez Pasalodos, 2011, 2012; García Benito, Sebastián López, en prensa; Jiménez Pasalodos, 2012b), se cuenta con una organización a nivel estatal: Comisión de Trabajo de Arqueología Musical de la SedeM (<http://www.sedem.es/es/comisiones-de-trabajo/arqueologia-musical.asp> [15/07/2015]), y en el campo de la Arqueo-Organología, ya hay numerosos estudios sobre los objetos sonoros e instrumentos musicales de origen arqueológico durante la Prehistoria (por ejemplo, entre otros muchos: Barandiarán Maestu, 1971; Jiménez Pasalodos, García Benito, Padilla Fernández, 2013, 2014; Llanos Ortiz de Landaluze, 2005; Martí Oliver et al., 2001; Martí Oliver et al., 2001; Matamoros Anglès, 2011; Menéndez Fernández, García Sánchez, 1998; Moreno-García, 2005; Romero Carnicero et al., 2013; Salius i Gumà, 2014; Sanz Mínguez et

al., 2013, etc.). A pesar de los avances todavía algún otro área de esta materia que tiene menos desarrollo, como es el ejemplo de la iconografía musical prehistórica (centrada esencialmente en torno a la iconografía de las liras que aparecen en estelas decoradas del Suroeste de la Península Ibérica: Álvarez Martínez, 1985; Bendala Galán, 1983; Blázquez Martínez, 1983; Jiménez Pasalodos, 2012a; Mederos Martín, 1996), aunque debemos anotar la existencia excepcional de varios motivos iconográficos de instrumentos musicales en el Arte Levantino, que podrían hacer todavía más fuerte la conexión de este arte con el factor acústico y el sonido (García Benito, 2014, pp. 323-370).

### **Definición.**

La Arqueoacústica es la disciplina dentro de la Arqueología Musical que, uniendo Arqueología y Acústica, estudia la acústica del hecho arqueológico para poder reconstruir parte del paisaje sonoro-musical del pasado (Devereux, 2001; Scarre, Lawson, 2006; Till, 2014). Se ocupa de varios temas:

*Acústica de sitios arqueológicos y lugares históricos.* Trata de saber si ésta fue buscada o no, y conocer su posible uso, intencionado o no, en determinadas acciones antrópicas –rituales, ceremonias, reuniones, etc.– . Tenemos varios casos de estudio:

*Relación entre el arte rupestre y la acústica de los lugares donde se emplaza –espacio acústico–.* Intenta conocer la influencia de la acústica en la elección de su emplazamiento, uso y contenido del arte rupestre (Díaz-Andreu, García Benito, 2012, 2013, 2015; Díaz-Andreu et al., 2013, 2014; Reznikoff, Dauvois, 1988; Waller 1993a, 1993b). Este tipo de estudio ha logrado tener en cuenta el factor acústico-sonoro y auditivo en la investigación del arte rupestre, e incluso ha alentado el inicio de estudios multisensoriales, puesto que hasta el momento sólo se habían considerado los elementos visuales, sin contar con el resto (Goldhahn 2002; Hedges, 1993; Lahelma, 2010; Mazel, 2011; Rainio et al., 2014; Rainbird, 2002).

*Estudio de la acústica de los monumentos megalíticos* (Devereux, 2001, 2008; Jahn, Devereux, Ibison, 1996; Till, 2009, 0211; Watson, 2001, 2006; Watson, Keating, 1999).

*Auditory Archaeology*. Esta subdisciplina indaga en el aspecto experiencial del sonido a través de la investigación arqueológica, reconstruyendo el medio sonoro que fue producido en un determinado lugar –yacimiento arqueológico– (Mills, 2005a, 2005b, 2010; Blake, Cross, 2015).

*Acústica de los instrumentos musicales y artefactos sonoros del pasado*. Busca comprobar qué recursos acústico-sonoros poseen estos objetos –estudio compartido con la Arqueo-Organología– (Campbell, Mac Gullivray, 2000; Dauvois, 1999; García Benito, 2014: 79-219; Jansson, 1986; Münzel, Seeberger, Hein, 2002). Un grupo especial y numeroso dentro de este tipo de estudios es el que se ocupa de los litófonos, formaciones geológicas naturales que al golpearlas producen un sonido (Fagg 1956, 1957; algunos de los últimos trabajos sobre litófonos: Bastos, 2010; Boivin, 2004; Hultman, 2014; Kleinitz, 2004, 2007, 2008, 2010; Ouzman, 2001).

## **Estado actual de las investigaciones en Arqueoacústica prehistórica.**

En el campo de la Arqueoacústica contamos con varios grupos de publicaciones que siguen la división temática comentada en el apartado anterior. En primer lugar, tenemos los trabajos que se han realizado sobre la relación entre los lugares que poseen arte rupestre parietal prehistórico y su acústica. Son los primeros en realizarse, dando inicio a la disciplina de manera “oficial”, aunque previamente ya se había iniciado de forma “oficiosa”, al ser tenido en cuenta el factor acústico en los estudios realizados sobre litófonos hallados en diferentes cuevas prehistóricas (Glory, 1964; Glory et al., 1965; Dams, 1984, 1985), y posteriormente, esta correlación ha continuado existiendo (Boivin et al., 2007; Dauvois, Boutillon, 1994, 1999; Kleinitz, 2004, 2007, 2008, 2010; Mazel 2011; Bastos, 2010; Rifkin 2009). Estos estudios se dividen en tres grandes bloques. Por un lado, los pioneros surgidos tras el trabajo de Bernard Fagg en Nigeria (Fagg, 1956), de gran influencia en los años cincuenta e inspiradores, en Europa (ver Fagg, 1957), de los del padre André Glory (Glory, 1964, 1965; Glory et al., 1965). Luego, los

inaugurales, encabezados por los investigadores legor Reznikoff y Michel Dauvois (1988) que, tras el estudio acústico de las cuevas prehistóricas francesas de Le Portel, Fontanet y Niaux, proponen una relación estrecha entre la acústica de las cuevas y los lugares elegidos para decorar, ya que las pinturas se encuentran en los lugares de mejor acústica (relación imagen/sonido), a excepción de los lugares en los que el panel no sea apto para recibirlas (tasa de relación imagen/sonido), por lo cual se marcan con puntos y se pinta en una zona cercana a estos. Tras el trabajo inicial, estos dos investigadores continuaron sus investigaciones en este campo retomando sus hipótesis por separado en diferentes lugares: en más cuevas prehistóricas francesas (Oxocelhaya, Grande Grotte, Grotte du Cheval, Rouffignac o Réseau Clastres) y en la cueva rusa de Kapova obteniendo idénticos resultados, además de ampliar su campo de acción en abrigos al aire libre de Finlandia, Francia, Noruega y sur de Marruecos (Dauvois, 1994a, 1994b, 2005-2006; Dauvois, Boutillon, 1990, 1994, 1999; Dauvois et al., 1998; Reznikoff, 1995, 2002, 2006).

El tercer gran bloque de estudios se ciñe a la línea establecida por el investigador norteamericano Steven J. Waller quien, pese a seguir las premisas establecidas por Reznikoff y Dauvois e investigar en un primer momento las cuevas paleolíticas francesas (Waller, 1993a, 1993b), posteriormente se centra en investigar abrigos rupestres al aire libre en Norteamérica (Waller, 2006a) y en otras partes del mundo en: <https://sites.google.com/site/rockartacoustics/> [15/07/2015]. Obtiene los mismos resultados en cuanto a la relación e influencia entre la buena acústica y los lugares escogidos para decorar, documentando efectos sonoros tales como los ecos y la reverberación, aunque poco después, como continuación y desarrollo de sus hipótesis, pone en relación la acústica y el arte rupestre con los mitos de ecos que se hallan en las mitologías de todo el mundo en todas las épocas de la historia (Waller, 2004, 2005, 2006b, 2006c, 2012). De este modo, los lugares con arte rupestre son espacios de conexión, mediante el sonido y el arte, entre el mundo real y el más allá, por lo que pudieron ser localizaciones donde realizar actos y ceremonias rituales.

En esta misma línea investigadora contamos además con una serie de trabajos que han surgido en torno a esta cuestión a nivel mundial siguiendo sus líneas básicas en determinados aspectos, pero con componentes, metodologías, hipótesis e ideas propias. Los encontramos en Asia (Boivin, 2004; Boivin et al., 2007), América (Garfinkel, Waller, 2012; Williams, 2009, 2012), África (Mazel, 2011; Rifkin, 2009) y Europa (Díaz-Andreu, García Benito, 2012, 2013, 2015; Díaz-Andreu et al., 2013, 2014; Goldhahn, 2002; Lahelma, 2010).

En segundo lugar, existen una serie de investigaciones acústicas en los monumentos megalíticos europeos (Jahn, Devereux, Ibson, 1996; Watson, 1997, 2001, 2006; Watson, Keating, 1999; Till, 2009, 2011), alguno tan famoso como el de Stonehenge (Fazenda, Drum 2013). El objetivo de estas investigaciones es observar si estos monumentos se construyeron sabiendo de las propiedades acústicas que tienen, o, si por el contrario, es fruto de una casualidad, y en cualquiera de los dos casos, comprobar si esta característica fue usada de forma consciente, y en qué forma y medida se hizo. Así, se ha podido demostrar que tienen una frecuencia

de resonancia entre 95 y 120 Hz (dentro del rango de la voz masculina), crean infrasonidos, funcionan como resonadores Helmholtz, producen diversos fenómenos acústicos (ecos o reverberación), etc. Estos estudios se podrían enlazar con los realizados en edificaciones de muy diverso tipo con monumentos tan diversos como anfiteatros y pirámides. El repaso de esta bibliografía nos llevaría más allá de los límites de este trabajo.

Finalmente, tenemos unos pocos estudios sobre la acústica de los restos arqueo-organológicos y de sus reproducciones experimentales (Campbell, Mac Gullivray, 2000; Dauvois, 1999; García Benito, 2014: 79-219; Jansson, 1986; Münzel, Seeberger, Hein, 2002), de los que destacan en número los realizados sobre los litófonos (Fagg, 1997; Bastos, 2010; Hultman, 2014; Kleinitz, 2004, 2007, 2008, 2010), y los estudios sobre *Auditory Archaeology* que buscan, como ya hemos mencionado, el “aspecto experiencial del sonido” dentro del paisaje del pasado (Mills, 2005a, 2005b, 2010; Mills, Pannet, 2009). Las diferentes técnicas utilizadas para analizar cuantitativamente la acústica en el pasado se describen en Díaz-Andreu, Mattioli (en prensa).

Si nos detenemos brevemente en los estudios sobre arqueoacústica en la Península Ibérica, estos están comenzando a tomar fuerza, con estudios de gran calidad, que van aumentando paulatinamente en número. En relación al paleolítico se han realizado trabajos muy interesantes como el proyecto “Songs of the Caves” (<https://songsofthecaves.wordpress.com/> [15/07/2015]) que explora la acústica de alguna de las cuevas Paleolíticas decoradas de la Cornisa Cantábrica (Tito Bustillo, El Castillo, Chimeneas, La Pasiega y La Garma) para corroborar o desmentir la hipótesis de Reznikoff y Dauvois (1988) que comentamos anteriormente; hay varios artículos y trabajos académicos que combinan estudios de Ingeniería, Acústica y Prehistoria en la cueva paleolítica de Parpalló (Jiménez González, 2008; Picó Vila et al., 2006). En cuanto a la etapa post-paleolítica se han realizado proyectos que ponen en relación la acústica con el arte rupestre al aire libre y su emplazamiento, ya sea arte Levantino (Díaz-Andreu, García Benito, 2012, 2013, 2015; García Benito, 2014, pp. 263-318), o esquemático del sur de Andalucía (Díaz-Andreu et al., 2013, 2014). Además existen algunos estudios sobre litófonos en

arte paleolítico (Dams, 1984, 1985), en rocas “gong” en Portugal (Bastos 2010) y en las Islas Canarias (Álvarez Martínez, Siemens Hernández, 1985-1987, 1988; Álvarez Martínez, Tejera Gaspar 1986-88; Fernández-Miranda, de Balbín Behrmann, Tejera Gaspar, 1985-87). También se han realizado comentarios sobre el paisaje sonoro de la zona decorada del Côa (Blake, Cross, 2015). Por último contamos ya con interesantes trabajos en la línea metodológica sobre esta materia (García Benito, Jiménez Pasalodos, 2012; Jiménez Pasalodos, 2012b).

## Estudios arqueoacústicos en el arte postpaleolítico de la Península Ibérica.

Nuestro trabajo se ha centrado en el estudio arqueoacústico del arte rupestre postpaleolítico de la Península Ibérica: Levantino (Díaz-Andreu, García Benito, 2012, 2013, 2015; García Benito, 2014, pp. 263-318) en el Barranco del Mortero y Cerro Felío (Teruel), el Barranco de La Valltorta (Castellón) y la Sierra de Godall (Tarragona); Esquemático del sur de Andalucía (Díaz-Andreu et al., 2013, 2014) al Norte del río Celemín y en el área de Bacinete (Cádiz); y Macroesquemático en el Barranc de l'Infern, Barranc de Malafí (Pla de Petracos), Barranc de Famorca y La Sarga (Alicante), en proceso de estudio actualmente.



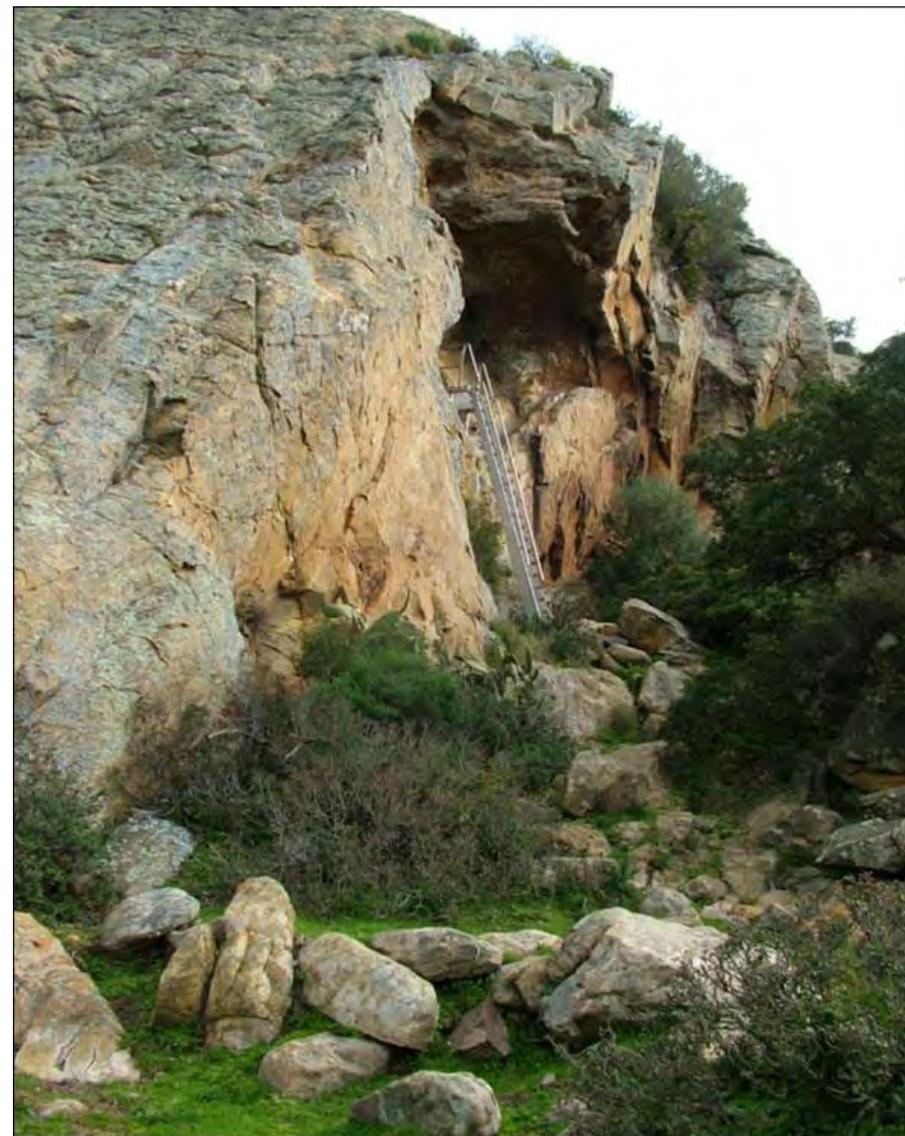
Vista de la cabecera del Barranco del Mortero (Teruel) (Foto: Carlos García Benito).



Vista de Cerro Felío (Teruel) (Foto: Carlos García Benito).



Vista de la Sierra de Godall (Tarragona) (Foto: Margarita Díaz-Andreu).



Vista del Tajo de las Figuras (Fotos: María Lazarich).



Vista de Bacinete (Cádiz) (Fotos: María Lazarich).

### **Objetivo.**

El objetivo fundamental de esta serie de test acústicos realizados por nuestro equipo de investigación fue el de estudiar y conocer manifiestamente cuales eran las características acústicas y el comportamiento sonoro de todos estos lugares (abrigos rupestres al aire libre y el área donde se sitúan) ante las hipótesis que relacionaban íntimamente el



Vista del Barranc de l'Infern (Alicante) (Foto: Gabriel García Atienzar).

arte rupestre de otras zonas con la acústica de los lugares donde se emplaza (principalmente cuevas, pero también abrigos al aire libre), puesto que este supuesto no se había comprobado en el arte rupestre postpaleolítico de la Península Ibérica y sólo se contaba con breves citas aisladas que lo mencionaban (en La Valltorta: Arco 1917, p. 14; y

dentro de la cuenca del río Guadalupe (Teruel), en Barranco Hondo y La Vacada: Martínez Bea, 2004, p. 99, 2009).

### ***Metodología.***

La metodología de investigación arqueoacústica empleada en este estudio recoge las aportaciones y observaciones metodológicas realizadas por los investigadores precedentes (Boivin et al. 2007; Goldhahn, 2002; Mazel, 2011; Reznikoff, Dauvois, 1988; Rifkin, 2009; Waller, 1993a, 1993b). Su fin último es comprobar si se produce alguna característica acústica especial en los lugares a estudiar, tales como la reverberación y el eco, e incluso sonidos estéreo, para poder cuantificar y analizar posteriormente si este hecho tuvo relación con el arte rupestre y si estos efectos fueron utilizados de forma intencionada o no con algún objetivo por parte del ser humano.

Su aplicación se divide en tres fases: una primera fase de trabajo de campo, una segunda fase de trabajo de laboratorio y procesado de datos, y una fase final de estudio y obtención de resultados y conclusiones. En la primera fase se determinan los lugares a testar para realizar el trabajo de

campo. Estas localizaciones son de dos tipos: por un lado, los abrigos que contienen arte rupestre, así como otros que con similares características no lo albergan; y por otro lado, puntos espaciados regularmente en el fondo del barranco, o en el área en que se encuentren los abrigos decorados, a lo largo de toda su longitud, conteniendo espacios similares con lugares con arte y otros sin él. La toma de muestras en sitios similares sin arte rupestre en ambos tipos de localizaciones se hace por la necesaria realización de pruebas de control para su comparación con los sitios sí decorados. En los abrigos se toman las muestras sonoras en dos direcciones: hacia el interior de los abrigos y hacia el exterior de los mismos; mientras que en las pruebas realizadas desde el fondo del barranco, o en su área de emplazamiento, sólo se registran en una dirección, hacia el lugar donde se sitúan los abrigos pintados o zonas similares si no los hay. El objetivo de los diferentes tipos de localizaciones y direcciones es tener en cuenta todas las posiciones que pudieron adoptar las personas que realizaron algún tipo de acto dentro y fuera de los sitios que contiene el arte rupestre, y así poder comparar las similitudes o diferencias acústicas que se dan entre ellas.



Realización de las pruebas (Fotos: Gabriel García Atiénzar y María Sebastián López).

Los elementos utilizados para testar estos lugares mencionados son tres tipos diferentes de sonido/ruido: series de 5 palmas seguidas; dos silbatos con dos frecuencias diferentes (C7/C#7 y G7/G#7) tocados de dos formas distintas: a la vez durante 2-3 segundos y el más agudo sólo a intervalos por un periodo de 10 segundos aproximadamente;

y voz masculina, femenina y conjunto de ambas, usando el sonido “a” sin ajustarse a una altura determinada, durante 2-3 segundos. Cada prueba fue registrada mediante una grabadora digital portátil. Además, en cada una de las pruebas realizadas se cumplimentó una ficha de campo de documentación arqueoacústica que recogía diversos aspectos (localización geográfica, datos del lugar, datos acústicos y

observaciones) en torno a este tipo de pruebas (Berrier, 2000).

Una vez terminada la fase de campo, se pasa a la de laboratorio en la que se procesan todas las muestras sonoras recogidas obteniendo espectrogramas de cada una de ellas con el programa informático libre *Sonic Visualizer* con el objeto de analizarlas detalladamente, se organizan todas ellas en una base de datos y se crean tablas numéricas de resultados –en el caso de los ecos se pone el número de repeticiones logradas, y en el de la reverberación se indica: 0, si ésta no se produce; 1, si ésta es corta y suave (con una duración de 1 segundo o menos); y 2 si ésta es larga y fuerte (con una duración de más de 1 segundo)–.

Finalmente con todo este conjunto de datos se obtienen los resultados y conclusiones, incluyendo aquí cualquier otra información que sea de valor para este tipo de investigación y que pueda aportar más luz al tema (Díaz-Andreu, García Benito, 2012, 2013, 2015; García Benito, 2014, pp. 263-318).

Ficha de Campo Arqueoacústica		
Fecha	Hora	Nº de Ficha:
<b>LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA</b>		
Nombre del Sitio	Municipio	
Cordenadas UTM		
<b>DATOS DEL LUGAR</b>		
Descripción (si hay ARL)		
Descripción (si no hay ARL)		
<b>DATOS ACÚSTICOS</b>		
Aparatos Utilizados		
Tipo de sonido	Distancia	Nº Muestra
Nivel de ruido ambiental <input type="radio"/> Alto <input type="radio"/> Medio <input type="radio"/> Bajo <input type="radio"/> Nulo		
Descripción del ruido ambiental		
Descripción de la Acústica		
Viento	Temperatura	
<b>OBSERVACIONES</b>		
Observaciones		

Ficha de Campo Arqueoacústica

### ***Pruebas y resultados.***

Las pruebas realizadas en los emplazamientos mencionados anteriormente han arrojado muy buenos resultados, pudiendo estudiar y comprobar cuáles son sus características acústicas y su comportamiento sonoro ante las hipótesis que relacionan íntimamente el arte rupestre con la acústica de los lugares donde se emplaza (Reznikoff, Dauvois, 1988; Waller, 1993a, 1993b). De esta forma, hemos podido observar cómo actúa la acústica de todos estos lugares (espacio acústico), y establecer comparaciones entre los diferentes puntos testados, tanto con los decorados entre ellos, como con estos y los no decorados.

Como principal resultado de toda esta experimentación hemos logrado certificar la hipótesis de partida. Esto nos puede indicar que el factor acústico jugó un papel importante en el establecimiento, uso y desarrollo de los abrigos rupestres decorados como posibles lugares simbólicos y rituales en el pasado. De este modo, se ha comprobado, por un lado, que los abrigos decorados presentan características auditivas notables en comparación con los no decorados, y

dentro de los decorados, los lugares con más motivos pictóricos tienen mejor acústica que aquellos que tienen pocos. Por otro lado, también evidenciamos que hay diferencias acústicas marcadas entre las zonas decoradas del barranco con otras en sectores adyacentes donde no se ha encontrado arte rupestre prehistórico (Díaz-Andreu, García Benito, 2012, 2013, 2015; Díaz-Andreu et al., 2013, 2014).

Si nos acercamos a los resultados por tipo de arte, en el Levantino consideramos que puede afirmarse que, al menos en zonas donde existe una concentración de abrigos decorados, se tuvo muy en cuenta la acústica como uno de los factores determinantes a la hora de su creación y emplazamiento, y que seguramente el sonido, y por ende la música –vocal o instrumental–, pudo tener un uso y función en la realización de determinados actos que pudieron producirse en estos emplazamientos con la idea de incrementar su impacto perceptual (Díaz-Andreu, García Benito, 2012, 2013, 2015). En el segundo de los tipos de arte analizado, el Esquemático, sobre la base de nuestra experimentación en la zona del Sur de Andalucía, podemos afirmar que la diferencia acústica se establece entre los

abrigos principales con los no principales, la cual es acusada, siendo mucho mejor la acústica de los primeros, mientras que los segundos quedan en un plano secundario, sin valores remarcables. Esto se debe a que los principales se realizan en el estilo esquemático particular de la zona de la Laguna de la Janda y el resto no. En este caso no se pudo hacer comparación entre áreas ya que su situación geográfica no lo permitió (Díaz-Andreu et al., 2013, 2014). En cuanto al tercer arte analizado, el Macroesquemático, todavía en periodo de estudio, los resultados preliminares arrojan también diferencias entre los lugares decorados con los no decorados, y entre los abrigos que reciben arte por la importancia que les otorga este elemento, aunque en este ejemplo concreto todo esto parece estar menos acentuado y definido que en el caso levantino.

Como vemos, con este proyecto de investigación se ha podido verificar la hipótesis que relaciona el arte rupestre y la acústica, en diferentes niveles de relación, atendiendo a los diferentes tipos de arte postpaleolítico peninsular que nos encontramos. Esta relación, que parece ser buscada e intencionada, nos lleva a plantearnos otras interesantes

preguntas: ¿Sirvieron estos lugares para celebrar ceremonias de carácter ritual o simbólico? ¿Tuvo el sonido, y por ende la música, una aplicación en ellas? Este estudio parece confirmar la idea de que estos lugares sirvieron para celebrar rituales en los que el elemento acústico-sonoro fue más que probablemente usado de forma notable. Esta presencia sonoro-musical quizás se pudo dar, en primer lugar, con el uso de la palabra y la voz en algún tipo de cántico por parte de los asistentes a los ritos; o bien, con el uso de alguna clase de instrumento musical u objeto sonoro. Otro aspecto a destacar es que los sitios menores pudieron ser más adecuados para la realización de ritos más intimistas y personales realizados en el interior de los abrigos, quizás para iniciados, y por el contrario, en los abrigos principales la mejor sonoridad es la conseguida hacia afuera, sumado a que estos emplazamientos también tienen buena acústica en las pruebas realizadas desde el exterior, lo que parece indicarnos que serían más apropiados para hacer ceremonias con concentraciones mayores de personas. Este tipo de acto ritual implicaría a todo el grupo social con una posible relación sonora bidireccional entre dos puntos de acción con el uso,

quizás, de algún tipo de idiófono, y otra unidireccional entre los oficiantes y el “público” congregado por medio de la voz según indican las pruebas realizadas.

Para terminar querríamos proponer que el uso del sonido y la acústica de estos lugares debió de impresionar en gran medida a sus usuarios en el pasado, puesto que sin una explicación científica, estos factores se verían con toda probabilidad como una cosa sobrenatural que se escapaba al control humano, y esto pudo ser utilizado por determinadas personas de aquella sociedad para elevar tanto la sacralidad del lugar y el momento, como la percepción y sensibilidad de los asistentes (Díaz-Andreu, García Benito, 2012, 2013, 2015; Díaz-Andreu et al., 2013, 2014; García Benito, 2014, pp. 263-318).

## Conclusiones

En conclusión, creemos que es posible afirmar que la acústica y el sonido fueron factores importantes en la creación y uso de al menos una gran parte del arte rupestre

postpaleolítico peninsular, por lo que deberían ser tenidos en cuenta en las investigaciones de arte rupestre, contrastando con la situación actual, en la que los aspectos visuales son los más importantes pero no el resto de sentidos. Por este motivo, el aspecto auditivo, junto con otros componentes sensoriales, deben de ser tenidos en cuenta en su estudio (Hedges 1993; Ouzman 2001; Rainbird 2002).

Los estudios de acústica permiten reconstruir una parte parcial, pero muy importante, del paisaje sonoro de la Prehistoria que atañe principalmente al aspecto ritual de las comunidades del pasado, e iniciar incluso investigaciones en la línea marcada por la *Archaeology of Performance* que serán muy interesantes de desarrollar en el futuro (Inomata, Coben, 2006). Creemos que por tanto se debe fomentar la investigación en Arqueología Musical y en Arqueoacústica en la Península Ibérica para poder así conocer este aspecto del arte rupestre en todas las épocas de la Prehistoria y ver qué relación tiene con los factores rituales de esta cronología.

## Agradecimientos

La investigación llevada a cabo para este trabajo ha recibido subvención del Programa People (acciones Marie Sklodowska-Curie) del Séptimo Programa Marco de la Unión Europea FP7/2007-2013/, REA n. 627351.

## Bibliografía

ÁLVAREZ MARTÍNEZ, R. 1985: "Presunto origen de la lira grabada en una estela funeraria (ca. S. VIII a. C.) encontrada en Luna (Zaragoza)". *Revista de Musicología*, 8, 2, pp. 207-228.

ÁLVAREZ MARTÍNEZ, R.; SIEMENS HERNÁNDEZ, L. 1985-1987: "La utilización litofónica de grandes rocas naturales por los habitantes prehistóricos de las Islas Canarias". *Tabona*, 6, pp. 285-289.

ÁLVAREZ MARTÍNEZ, R.; SIEMENS HERNÁNDEZ, L. 1988: "The lithophonic use of large natural rocks in the prehistoric canary islands". En HICKMANN, E.; HUGHES, D. W. (eds.) *Flutes and Whistles, Shawms and other Pipes of the World's Music Cultures, 3rd International Meeting of the ICTM Study Group on Music Archaeology, Hannover-Wolfenbüttel-Hildesheim, November 1986*. Orpheus 31. Verlag für systematische Musikwissenschaft GmbH, Bonn, pp. 1-10.

ÁLVAREZ MARTÍNEZ, R.; TEJERA GASPAS, A. 1986-88: "Uso litofónico de grandes rocas por los aborígenes canarios". *Anuario del Instituto de Estudios Canarios*, 32-33, pp. 33.

ARCO, L. del 1917: "Descubrimiento de pinturas rupestres del Barranco de la Valltorta". *Boletín de la Real Academia de la Historia*, 71, pp. 5-17.

BARANDIARÁN MAESTU, I. 1971: "Bramaderas en el Paleolítico Superior peninsular". *Pyrenae*, 7, pp. 7-18.

BASTOS, P. L. 2010: "Small Holes of Wonder". En GOEBL, W. (ed.) *Bridging the Gaps. Proceedings of the Second Vienna Talk on Music Acoustics, September 19-21, 2010*. University of Music and Performing Arts Vienna, Institute of Musical Acoustics, Vienna, pp. 9-12. [[http://viennatalk.mdw.ac.at/?page\\_id=14000&len=gb](http://viennatalk.mdw.ac.at/?page_id=14000&len=gb)] [15/07/2015]

BENDALA GALÁN, M. 1983: "En torno al instrumento musical de la estela de Luna (Zaragoza)". En *Homenaje al profesor Martín Almagro Basch, vol. II*. Ministerio de Cultura, Madrid, pp. 141-148.

BERRIER, M. 2000: "Proposed Documentation and Storage of Data related to Acoustical Phenomena at Rock Art Sites". En WHITEHEAD, P.; WHITEHEAD, W.; LOWENDORF, L.; BREEN MURRAY, W. (eds.) *IRAC Proceedings 1. American Indian Rock Art 26, 1*. American Rock Art Research Association, Arizona, Tucson, pp. 7-18.

BLAKE, E.C., CROSS, I. 2015: "The Acoustic and Auditory Contexts of Human Behavior". *Current Anthropology*, 56, pp. 81-103.

BLÁZQUEZ MARTÍNEZ, J. M<sup>a</sup> 1983: "Las liras de las estelas hispanas de finales de la Edad del Bronce". *Archivo Español de Arqueología*, 56, pp. 213-228.

BOIVIN, N. 2004: "Rock art and rock music: Petroglyphs of the south Indian Neolithic". *Antiquity*, 78, pp. 38-53.

BOIVIN, N.; BRUMM, A.; LEWIS, H.; ROBINSON, D.; KORISSETAR, R. 2007: "Sensual, material, and technological understanding: exploring prehistoric soundscapes in south India". *Journal of the Royal Anthropological Institute*, 13, pp. 267-94.

CAMPBELL, M.; MAC GILLIVRAY, T. 2000: "Acoustics of the carnyx". En HICKMANN, E.; LAUFS, I.; EICHMANN, R. (eds.) *Music Archaeology of Early Metal Ages. Papers from the 1st Symposium of the International Study Group on Music Archaeology at Monastery Michaelstein, 18-24 May 1998*. Deutsches Archäologisches Institut, Radehn/Westf., pp. 357-363.

DAMS, L. 1984: "Preliminary findings at the 'organ' sanctuary in the cave of Nerja, Málaga, Spain". *Oxford Journal Archaeology*, 3, pp. 1-14.

DAMS, L. 1985: "Palaeolithic lithophones: descriptions and comparisons". *Oxford Journal Archaeology*, 4, pp. 31-46.

DAUVOIS, M. 1994a: "Les témoins sonores paléolithiques, extérieur et souterrain". En OTTE, M. (ed.) *Sons originels, préhistoire de la musique, 11-13 Décembre 1992, 5th International Meeting of the ICTM Study Group on Music Archaeology*. Université de Liège, Liège, pp. 11-31.

DAUVOIS, M. 1994b: "Les témoins paléolithiques du son et de la musique". En HOMO-LECHNER, C.; BELIS, A.; BUCKLEY, A.; 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*. Maison des Sciences de l'Homme, Paris, pp. 151-206.

DAUVOIS, M. 1999: "Mesures acoustiques et témoins sonores osseux paléolithiques". En JULIEN, M.; AVERBOUH, A.; RAMSEYER, D.; BUISSON, D.; CATTELAINE, P.; PATOU-MATHIS, M.-H. (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, pp. 165-189.

DAUVOIS, M. 2005-2006: "Homo musicus palaeolithicus et Paleoacustica". *Munibe*, 57, pp. 225-241.

DAUVOIS, M.; BOUTILLON, X. 1990: "Etudes acoustiques au Réseau Clastres: salle des peintures et lithophones naturels". *Préhistoire, art et sociétés, Bulletin de la Société Préhistorique de l'Ariège-Pyrénées*, 45, pp. 175-186.

DAUVOIS, M.; BOUTILLON, X. 1994: "Caractérisation acoustique des grottes ornées paléolithiques et de leurs lithophones naturels". En HOMO-LECHNER, C.; BELIS, A.; BUCKLEY, A.; 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*. Maison des Sciences de l'Homme, Paris, pp. 209-251.

DAUVOIS, M.; BOUTILLON, X. 1999: "Grottes et lithophones". En ESPIE, L.; GIBIAT, V. (eds.) *Acoustique et instruments anciens*.

*Factures, musiques et science, Colloque organisé par la Société Française d'Acoustique et la Cité de la musique, 17 et 18 novembre 1998.* Société Française d'Acoustique-Cité de la Musique, Paris, pp. 215-224.

DAUVOIS, M.; BOUTILLON, X.; FABRE, B.; VERGE, M. 1998: "Son et musique au Paléolithique". *Pour la Science*, 253, pp. 52-58.

DEVEREUX, P. 2001: *Stone Age soundtracks: the acoustic archaeology of ancient sites*. Vega, Londres.

DEVEREUX, P. 2008. "The association of prehistoric rock-art and rock selection with acoustically significant landscape locations". En NASH, G., CHILDREN, G. (eds.) *The archaeology of semiotics and the social order of things*. Archaeopress, Oxford, pp. 19-29.

DÍAZ-ANDREU, M.; GARCÍA BENITO, C. 2012: "Acoustics and Levantine art: auditory perceptions in La Valltorta gorge". *Journal of Archaeological Science*, 39, pp. 3591-3599.

DÍAZ-ANDREU, M.; GARCÍA BENITO, C. 2013: "Sound and Ritual in Levantine Art. A Preliminary Study". En JIMÉNEZ PASALODOS, R.; TILL, R.; HOWELL, M. (eds.) *Music & Ritual. Bridging Material & Living Cultures. Publications of the ICTM Study Group on Music Archaeology 1*. Ekho Verlag, Berlin, pp. 227-255.

DÍAZ-ANDREU, M.; GARCÍA BENITO, C. 2015: "Acoustic Rock Art Landscapes: a comparison between the Acoustics of three Levantine Rock Art Areas in Mediterranean Spain". *Rock Art Research*, 32, 1, pp. 46-62.

DÍAZ-ANDREU, M. GARCÍA BENITO, C.; LAZARICH, M<sup>a</sup> 2014: "The sound of rock art. The acoustics of the rock art of the southern Andalusia (Spain)". *Oxford Journal of Archaeology*, 33,1, pp. 1-18.

DÍAZ-ANDREU, M. GARCÍA BENITO, C.; LAZARICH, M<sup>a</sup>; RAMOS, A.; CRUZ, M<sup>a</sup> J.; GAO, Q. 2013: "Archaeoacoustics and the location of rock art in Spain". En WHITEHEAD, P. (ed.) *IFRAO 2013 Proceedings. American Indian Rock Art 40*. American Rock Art Research Association, Glendale, Arizona, pp. 661-667.

DÍAZ-ANDREU, M.; MATTIOLI, T. en prensa: "Archaeoacoustics of rock art: quantitative approaches to the acoustics and soundscape of rock art". En *Proceedings of the Computer Applications in Archaeology Conference. Siena, March 2015*.

FAGG, B. 1956. "The discovery of multiple rock gongs in Nigeria". *Man*, 56, pp. 17-18.

FAGG, B. 1957. "Rock gongs and rock slides". *Man*, 57, pp. 30-32.

FAGG, M. C. 1997: *Rock Music*. Occasional paper on technology 14. Pitt Rivers Museum, Oxford.

FAZENDA, B.; DRUMM, I. 2013: "Recreating the sound of Stonehenge". En *The Acoustics of Ancient Theatres Conference. Patras, September 18-21, 2011*. [\[http://usir.salford.ac.uk/18765/1/Fazenda\\_and\\_Drumm\\_Recreating\\_the\\_Sound\\_of\\_Stonehenge\\_Acoustics\\_of\\_Ancient\\_Theatres.pdf\]](http://usir.salford.ac.uk/18765/1/Fazenda_and_Drumm_Recreating_the_Sound_of_Stonehenge_Acoustics_of_Ancient_Theatres.pdf) [15/07/2015]

FERNÁNDEZ-MIRANDA, M.; DE BALBÍN BEHRMANN, R.; TEJERA GASPAS, A. 1985-87: "Los litófonos prehistóricos de

Lanzarote y Tenerife. Estudio arqueológico". *Tabona*, 6, pp. 279-289.

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.; JIMÉNEZ PASALODOS, R. 2011: "La música enterrada: Historiografía y Metodología de la Arqueología Musical". *Cuadernos de Etnomusicología*, 1, pp. 80-108.

GARCÍA BENITO, C.; JIMÉNEZ PASALODOS, R. 2012: "Archaeoacoustics, Experimental Archaeology and Music: Theoretical and Methodological Challenges in Music Archaeological Research". En CASCALHEIRA, J.; GONÇALVES, C. (eds.) *Actas das IV Jornadas de Jovens em Investigação Arqueológica - JIA 2011 Vol. I (Faro, 11 a 14 de Maio de 2011)*, Promontoria Monográfica 16. Universidade do Algarve, Faro, pp. 407-410.

GARCÍA BENITO, C.; SEBASTIÁN LÓPEZ, M<sup>a</sup> en prensa: "Methodology of Analysis and Modelling of the Sound for the Study of Acoustic relations between Prehistoric Rock Art Sites". En MELINI, R.; DIMITRIADIS, G.; CLODORÉ-TISSOT, T. (eds.) *From the prehistoric sonorous experiences to the music of the ancient world. Proceedings of 15th Meeting of European Association of Archaeologists. Riva del Garda 2009*. British Archeological Reports, Oxford.

GARFINKEL, A. P.; WALLER, S. J. 2012: "Sounds and Symbolism from the Netherworld: Acoustic Archaeology at the Animal Master's Portal". *Pacific Coast Archaeological Society Quarterly*, 46, 4.

GLORY, A. 1964: "La Grotte du Rocadour (Lot)". *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 61, 7, pp. 166-169.

GLORY, A. 1965: "Nouvelles découvertes de dessins rupestres sur le causse de Gramat". *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 62, pp. 528-536.

GLORY, A.; VAULTIER, M.; SANTOS, M. F. dos 1965: "La grotte ornée d'Escoural (Portugal)". *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 62, pp. 110-117.

GOLDHAHN, J. 2002: "Roaring rocks: an audio-visual perspective on hunter-gathered engravings in northern Sweden and Scandinavia". *Norwegian Archaeological Review*, 35, 1, pp. 29-60.

HEDGES, K. 1993: "Places to see and places to hear: rock art and features of the sacred landscape". En STEINBRING, J.; WATCHMAN, A.; FAULSTICH, P.; TAÇON, P. (eds.) *Time and Space. Dating and spatial considerations in rock art research. Occasional AURA Publication 8*. Australian Rock Art Research Association, Melbourne, pp. 121-127.

HULTMAN, M. 2014: "Soundscape Archaeology: Ringing Stone Research in Sweden". *Time and Mind*, 7, pp. 3-12.

INOMATA, T.; COBEN, L. 2006: *Archaeology of Performance: Theaters of Power, Community, And Politics*. Altamira Press, Oxford.

JAHN, R. G.; DEVEREUX, P.; IBISON, M. 1996: "Acoustical resonances of assorted ancient structures". *Journal of Acoustical Society of America* 99, 2, pp. 649-658.

JANSSON, E. V. 1986: "On the acoustics of the Bronze Lur". En LUND, C. S. (ed.), *I. General Studies, II. The Bronze Lurs, 2nd Conference of the ICTM Study Group on Music-Archaeology, 19-23 november 1984*. Royal Swedish Academy of Music, Stockholm, pp. 203-209.

JIMÉNEZ GONZÁLEZ, N. 2008: *Estudio de las Características Acústicas de la Cueva del Parpalló*. Trabajo final de Carrera, Universidad Politécnica de Valencia.

JIMÉNEZ PASALODOS, R. 2012a: "The Lyres of the Far West. Chordophones in the Bronze Age Warrior Stelae of the Southwest Iberian Peninsula". En EICHMANN, R., JIANJUN, F. Y KOCH, L.-C. (eds.) *Sound from the Past. The Interpretation of Musical Artifacts in an Archaeological Context. Studien zur Musikarchäologie VIII, Orient-Archäologie 27*. Deutsches Archäologisches Institut, Rahden/Westf., pp. 215-255.

JIMÉNEZ PASALODOS, R. 2012b: "A "phenomenology of soundscape": archaeoacoustics, landscapes and environment in Music Archaeology". En CASCALHEIRA, J.; GONÇALVES, C. (eds.), *Actas das IV Jornadas de Jovens em Investigação Arqueológica - JIA 2011 Vol. I (Faro, 11 a 14 da Maio de 2011), Promontoria Monográfica 16*. Universidade do Algarve, Faro, pp. 443-446.

JIMÉNEZ PASALODOS, R.; GARCÍA BENITO, C.; PADILLA FERNÁNDEZ, J. J. 2013: "Las trompas numantinas: aproximación a su estudio acústico en una cocción experimental con una reproducción de un horno de la Edad del Hierro". En PALOMO, A.; PIQUÉ, R.; TERRADAS, X. (eds.) *Experimentación en arqueología*.

*Estudio y difusión del pasado*. Museu d'Arqueologia de Catalunya, Girona, pp. 387-395.

JIMÉNEZ PASALODOS, R.; GARCÍA BENITO, C.; PADILLA FERNÁNDEZ, J. J. 2014: "The clay rattles of the Numantine Museum of Soria (Spain): An Approach from Experimental Archaeology". En EICHMANN, R.; JIANJUN, F.; KOCH, L.-C. (eds.), *Papers from the the 8th International Conference of International Study Group on Music Archaeology at Suzhou and Beijing (China), 20-25 October 2012*. Deutsches Archäologisches Institut, Rahden/Westf., pp. 47-63.

KLEINITZ, C. 2004: "Rock Art and "Rock Gongs" in the Fourth Nile Cataract Region: the Ishashi Island Rock Art Survey". *Sudan & Nubia*, 8, pp. 12-17.

KLEINITZ, C. 2007: "For whom the Bell Tolls: Rescue Recording of Petroglyphs and Rock Gongs in the Merowe Dam Reservoir Area of the Fourth Nile Cataract (Sudan)". En DEACON, J. (ed.) *African Rock Art: The Future of Africa's Past. Proceedings of the 2004 International Rock Art Conference*. TARA, Nairobi, pp. 86-94.

KLEINITZ, C. 2008: "Soundscapes of the Nubien Nile Valley. "Rock Music" in the Pourth Cataract Region (Sudan)". En BOTH, A. A., EICHMANN, R., HICKMANN, E. Y KOCH, L.-C. (eds.) *Challenges and Objectives in Music Archaeology. Studien zur Musikarchäologie VI, Orient-Archäologie 22*. Deutsches Archäologisches Institut, Rahden/Westf., pp. 131-146.

KLEINITZ, C. 2010: "Acoustics elements of (pre)historic rock art landscapes at the fourth Nile cataract". En GODLEWSKI, W.; LAJTAR, A. (eds.) *Between the Cataracts. Proceedings of the 11th*

*Conference of Nubian Studies, Warsaw University, 27 August-2 September 2006. Polish Archaeology in the Mediterranean Supplement Series Volume, 2, Part 2, Fasc. 1 (Session Papers).* Polish Centre of Mediterranean Archaeology & Warsaw University Press, Warsaw, pp. 149-160.

LAHELMA, A. 2010: "Hearing and Touching Rock Art: Finnish rock paintings and the non-visual". En FUGLESTVEDT, I.; GOLDHAHN J.; JONES, A. (eds.) *Changing Pictures: Rock Art Traditions and Visions in the Northernmost Europe*. Oxbow Books, Oxford, pp. 48-59.

LLANOS ORTIZ DE LANDALUZE, A. 2005: "Silbatos del poblado de La Hoya (Laguardia, Álava)". *Estudios de Arqueología Alavesa*, 22, pp. 205-222.

MARTÍ OLIVER, B.; ARIAS-GAGO DEL MOLINO, A.; MARTÍNEZ VALLE, R.; JUAN CABANILLES, J. 2001: "Los tubos de hueso de la Cova de L'Or (Beniarrés, Alicante): instrumentos musicales en el Neolítico Antiguo de la Península Ibérica". *Trabajos de Prehistoria*, 58, pp. 41-67.

MARTÍNEZ BEA, M. 2004: "La estación del Barranco Hondo en su espacio geográfico y social". En UTRILLA MIRANDA, P.; VILLAVARDE BONILLA, V. (coords.) *Los grabados levantinos del Barranco Hondo (Castellote, Teruel)*. Gobierno de Aragón, Zaragoza, pp. 87-103.

MARTÍNEZ BEA, M. 2009: *Las pinturas rupestres del abrigo de La Vacada (Castellote, Teruel)*. Universidad de Zaragoza, Zaragoza.

MATAMOROS ANGLÈS, V.; RUIZ CARULLA, M.; GARCÍA I RUBERT, D.; MORENO MARTÍNEZ, I. 2011: "Alcanar, un so de fa 2600 anys". En *Actes III Congrés d'Història d'Alcanar*. Ajuntament de Alcanar, Alcanar, 255-268.

MAZEL, A. 2011: "Time, color, and sound: revisiting the rock art of Dididma Gorge, South Africa". *Time and Mind: The Journal of Archaeology, Consciousness and Culture*, 4, pp. 283-296.

MEDEROS MARTÍN, A. 1996: "Representaciones de liras en las estelas decoradas del bronce final en la Península Ibérica". *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la UAM*, 23, pp. 114-123.

MENÉNDEZ FERNÁNDEZ, M.; GARCÍA SÁNCHEZ, E. 1998: "Instrumentos musicales paleolíticos: la flauta magdalenense de la Cueva de la Güelga (Asturias)". *Espacio, Tiempo y Forma, Serie I, Prehistoria y Arqueología*, 11, pp. 167-117.

MILLS, S. 2005a: *Applying Auditory Archaeology to Historic Landscape Characterisation. A Pilot Project in the Former Mining Landscape of Geevor and Levant Mines, West Penwith, Cornwall. A Report for English Heritage*. Historic Environment Service, Planning Transportation and Estates, Cornwall County Council, Truro.

MILLS, S. 2005b: "Sensing the place: sounds and landscape archaeology". En BAILEY, D.W.; WHITTLE, A.; CUMMINGS, V. (eds.) *(Un)settling the Neolithic*. Oxbow, Oxford, pp. 79-89.

MILLS, S. 2010: "The contribution of sound to archaeology". *Buletinul Muzeului Județean Teleorman. Seria Arheologie*

(*Teleorman County Museum Bulletin, Archaeological Series*), 2, pp. 179-195.

MILLS, S.; PANNETT, A. 2009: "Sounds like sociality: new research on lithic contexts/technologies in Mesolithic Caithness". En MCCARTAN, S. B.; SCHULTING, R.; WARREN, G.; WOODMAN, P. (eds.) *Mesolithic Horizons: Papers presented at the Seventh International Conference on the Mesolithic in Europe, Belfast 2005*. Oxbow Books, Oxford, pp. 715-719.

MORENO-GARCÍA, M. 2005: "Aerófono en ulna de grulla". En QUERO CASTRO, S.; PÉREZ NAVARRO, A.; MORÍN DE PABLOS, J.; URBINA MARTÍNEZ, D. (eds.) *Catálogo de la Exposición sobre El cerro de la Gavia. El Madrid que encontraron los romanos*. Museo de San Isidro, Madrid, pp. 203-204.

MÜNDEL, S. C., SEEBERGER, F.; HEIN, W. 2002: "The Geißenklösterle Flute: Discovery, Experiments, Reconstructions". En HICKMANN, E.; KILMER, A.; 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., pp. 107-118.*

OUZMAN, S. 2001: "Seeing is deceiving: rock art and the non-visual". *World Archaeology*, 33, 2, pp. 237-256.

PICÓ VILA, R.; HORTELANO PIQUERAS, L.; ROIG, B.; REDONDO PASTOR, F. J. 2006: "Simulación acústica de la Cueva del Parpalló mediante el método de elementos finitos". En *XXXVII Congreso Nacional de Acústica, Tecniacústica 2006, EAA Symposium on Architectural Acoustics, Gandía-Valencia, 18-20 Octubre de 2006*. Sociedad Española de Acústica, Gandía. [<http://www.sea-acustica.es/Gandia06/ASL017.pdf>] [15/07/2015].

RAINBIRD, P. 2002: "Making sense of petroglyphs: the sound of rock art". En DAVID, B.; WILSON, M. (eds.) *Inscribed landscapes: Marking and Making Place*. University of Hawaii Press, Honolulu, pp. 93-103.

RAINIO, R.; LAHELMA, A.; ÄIKÄS, T.; LASSFOLK, K.; OKKONEN, J. 2014: "Acoustic Measurements at the Rock Painting of Várikallio, Northern Finland". En ENEIX, L. C. (ed.) *Archaeoacoustics: The Archaeology of Sound. Publication of Proceedings from the 2014 Conference in Malta*. The OTS Foundation, Myakka City, Florida, pp. 141-152.

REZNIKOFF, I. 1995: "On the sound dimension of prehistoric painted caves and rocks", en TARAŠTI, E. (ed.), *Musical Signification: Essays on the Semiotic Theory and Analysis of Music*. Mouton de Gruyter, New York, pp. 541-547.

REZNIKOFF, I. 2002: "Prehistoric Paintings, Sound and Rocks". En HICKMANN, E.; KILMER, A.; 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., pp. 39-56.*

REZNIKOFF, I. 2006: "The Evidence of the Use of Sound Resonance from Palaeolithic to Medieval Times". En SCARRE, C.; LAWSON, G. (eds.) *Archaeoacoustics* 77-84. McDonald Institute for Archaeological Research, Cambridge.

REZNIKOFF, I.; DAUVOIS, M. 1988: "La dimension sonore des grottes ornées". *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 85, 8, pp. 238-46.

RIFKIN, R. F. 2009: "Engraved art and acoustic resonance: exploring ritual and sound in north-western South Africa". *Antiquity*, 83, pp. 585-601.

ROMERO CARNICERO, F.; SANZ MÍNGUEZ, C.; GÓRRIZ GAÑÁN, C.; DE PABLO MARTÍNEZ, R. 2013: "Los sonajeros vacceos". *Boletín del Seminario de Estudios de Arte y Arqueología*, 79, pp. 81-129.

SALIUS I GUMÀ, J. 2014: "The Davant Pau Aerophone. Use-wear Analysis, Hypotheses and Purposes". En EICHMANN, R.; JIANJUN, F.; KOCH, L.-C. (eds.) *Papers from the 8th International Conference of International Study Group on Music Archaeology at Suzhou and*

*Beijing (China), 20-25 October 2012. Studien zur Musikarchäologie IX, Orient-Archäologie 33. Deutsches Archäologisches Institut, Rahden/Westf., pp. 173-181.*

SANZ MÍNGUEZ, C.; ROMERO CARNICERO, F.; DE PABLO MARTÍNEZ, R.; GÓRRIZ GAÑÁN, C. 2013: "The Vaccean Rattles: Toys or Magic Protectors?". En JIMÉNEZ PASALODOS, R.; TILL, R.; HOWELL, M. (eds.), *Music & Ritual. Bridging Material & Living Cultures*. Ekho Verlag, Berlín, pp. 257-283.

SCARRE, C.; LAWSON, G. 2006: *Archaeoacoustics*. McDonald Institute for Archaeological Research, Cambridge.

TILL, R. 2009: "Songs of the Stones: The Acoustics of Stonehenge". En BANFIELD, S. (ed.) *The Sounds of Stonehenge*. Archaeopress, Oxford, pp. 17-39.

TILL, R. 2011: "Songs of the Stones: An Investigation into the Acoustic Culture of Stonehenge". *Journal of the International Association for the Study of Popular Music*, 1, 2, pp. 1-18.

TILL, R. 2014: "Sound archaeology: terminology, Palaeolithic cave art and the soundscape". *World Archaeology (Music & Sound)*, 46, 3, pp. 292-304.

WALLER, S. J. 1993a: "Sound and Rock Art". *Nature*, 363, p. 501.

WALLER, S. J. 1993b: "Sound Reflection as an Explanation for the Content and Context of Rock Art". *Rock Art Research*, 10, pp. 91-101.

WALLER, S. J. 2004: "Psychoacoustic Implications of Prehistoric Art Inferred from Sound Measurements and Echo Myths". *American Indian Rock Art*, 30, pp. 157-164.

WALLER, S. J. 2005. "Morphologic Similarities between Rock Art Motifs and the Spirit Beings Described in Echo Myths", *Rock Art Papers* 17: 155-160.

WALLER, S. J. 2006a: "Acoustical Characteristics of North American Rock Art Sites". En HAMANN, D. (ed.), *1994 International Rock Art Congress Proceedings, Rock Art – World Heritage*. American Rock Art Research Association, Arizona, Tucson, pp. 237-240.

WALLER, S. J. 2006b: "Intentionality of Rock-art Placement deduced from Acoustical Measurements and Echo Myths". En SCARRE, C.; LAWSON, G. (eds.) *Archaeoacoustics*. Oxbow Books, Cambridge, pp. 31-39.

WALLER, S. J. 2006c: "The Divine Echo Twin Depicted At Echoing Rock Art Sites: Acoustic Testing To Substantiate Interpretations". *American Indian Rock Art*, 32, pp. 63-74.

WALLER, S. J. 2012: "Thunderous Reverberation and Rock Art Thunderstorm Imagery". En CLOTTE, J. (dir.) *L'art pléistocène dans le monde/Pleistocene art of the world/Arte Pleistoceno del Mundo, Actes du Congrès IFRAO, Tarascon-sur-Ariège-Pyrénées, septembre 2010, Symposium «Signes, symboles, mythes et idéologie...»*. Société Préhistorique Ariège-Pyrénées, Tarascon-sur-Ariège-Pyrénées, pp. 1725-1740.

WATSON, A. 2001: "The sounds of transformations: acoustics, monuments and ritual in the British Neolithic". En PRICE, N. S. *The Archaeology of Shamanism*. Routledge, Londres, pp. 178-192.

WATSON, A. 2006: "(Un)intentional Sound? Acoustics and Neolithic Monuments". En SCARRE, CH.; LAWSON, G. (eds.) *Archaeoacoustics*. McDonald Institute for Archaeological Research, Cambridge, pp. 11-22.

WATSON, A.; KEATING, D. 1999: "Architecture and sound: an acoustic analysis of megalithic monuments in prehistoric Britain". *Antiquity*, 73, 280, pp. 325-336.

WILLIAMS, G. E. 2009: *Rock art and sacredness of place in the landscape of west-central Colorado as identified by visual and acoustic indicators of prehistoric ritual behaviour*. Tesis doctoral, University of Colorado.

WILLIAMS, G. E. 2012: "Rock art and pre-Historic ritual behaviour: a landscape and acoustic approach". *Rock Art Research*, 29, pp. 35-46.

### Webs

<http://www.sedem.es/es/comisiones-de-trabajo/arqueologia-musical.asp>

<https://sites.google.com/site/rockartacoustics/>