

Explorando los sonidos de las piedras: taller interdisciplinario de exploración geosónica con Litófonos

Exploring the sounds of stones: interdisciplinary workshop of geosound exploration with Lithophones

HUGO CORBÍ^{1,2}, YOLIZTLI VILLANUEVA MARAÑÓN^{2,3}, JOSEP CERDÀ I FERRÉ^{2,4}, JAVIER TOUS^{2,5}, JAVIER MARTÍNEZ MARTÍNEZ^{1,6} Y MIGUEL MOLINA ALARCÓN^{2,7}

¹ Departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente. Universidad de Alicante. E-mail: hugo.corbi@ua.es

² Grupo Interdisciplinario de Experimentación e Investigación de Escultura Sonora (GIEIES) de la Universidad Nacional Autónoma de México. E-mail: gieies.culturasonora.fad@gmail.com

³ Doctoranda en Artes, Facultad de Artes y Diseño. Universidad Nacional Autónoma de México. E-mail: yoliztli@gmail.com

⁴ Departamento de Escultura. Facultad de Bellas Artes. Universidad de Barcelona. E-mail: josepcerda@gmail.com

⁵ Facultad de Artes y Diseño. Universidad Nacional Autónoma de México. E-mail: franciscotous_o@hotmail.com

⁶ Laboratorio de Petrología Aplicada. Unidad Asociada CSIC-Universidad de Alicante. E-mail: javier.martinez@ua.es

⁷ Departamento de Escultura. Facultad de Bellas Artes. Universidad Politécnica de Valencia. E-mail: mmolina@esc.upv.es

Resumen Se describen las actividades didácticas desarrolladas en el contexto de talleres interdisciplinarios de escultura sonora en piedra realizados en la Universidad de Barcelona y en la Universidad Nacional Autónoma de México. El taller está focalizado en la construcción y experimentación geosónica con Litófonos, instrumentos construidos a partir de rocas de diversa litología. Este taller, denominado "Litofónica: experimentación sonora con litófonos", se estructura en tres sesiones teórico-prácticas en la que se abordan directamente o tangencialmente numerosos conceptos geológicos. En la primera sesión se ilustran tanto cuestiones teóricas propias del ámbito artístico (diferencias conceptuales arte y ciencia, tipos y principales obras realizadas con litófonos), como otros aspectos geocientíficos (conexiones arte y geología y elementos básicos de cultura geocientífica). Durante la segunda sesión, desarrollada exclusivamente en laboratorio, se tratan cuestiones directamente relacionadas con las posibilidades de construcción de litófonos (tipos de corte y micrófonos de contacto), así como la caracterización e interpretación de rocas mediante reconocimiento visual, haciendo especial hincapié en sus propiedades petrofísicas y acústicas. La tercera sesión, de trabajo práctico del alumno, incluye la selección y elaboración de litófonos, que da pie finalmente a realizar una exploración sonora individual y colectiva, cuyo audio es registrado y queda disponible para posteriores iniciativas artísticas. La experiencia docente de esta actividad revela como este taller interdisciplinario proporciona, no solo un mejor conocimiento geológico necesario para la elección y trabajo con el propio material objeto de escultura en piedra, sino también la apertura de nuevas posibilidades de producción artística e investigación científica.

Palabras clave: Enseñanza de las Ciencias, escultura, didáctica de la geología, litófonos, arte sonoro, taller.

Abstract *This paper describes some educational activities developed in the context of interdisciplinary workshops of sound sculpture in stones, conducted at the University of Barcelona and the National Autonomous University of Mexico. The workshop is focused on the construction and geosound experimentation with lithophones, instruments built from rocks of different lithologies. This workshop, called "Litofónica: sound experimentation with lithophones", is divided into three theoretical and practical sessions in which many geological concepts are directly or tangentially addressed. In the first session both theoretical artistic questions (conceptual differences between art and science; types and main works carried out with lithophones) and other geoscientific aspects (links between art and geology, basic elements of geoscience culture) are illustrated. During the second session, which takes place exclusively in the laboratory, we discuss issues directly related to the possibilities of building lithophones (ways of cutting and contact microphones) as well as the characterization and interpretation of rocks by visual recognition, with*

particular emphasis on their petrophysical and acoustic properties.. The third session, practical student work, includes the selection and preparation of lithophones, giving rise to an individual and collective sound exploration, with audio recording that is made available for further artistic initiatives. This teaching experience with an interdisciplinary workshop provides not only a better geological knowledge, necessary in order to choose the material for the stone sculpture and to work with it, but also opens up new possibilities for artistic production and scientific research.

Keywords: Science Teaching, sculpture, geology didactics, lithophones, sound art, workshop.

Man is unique not because he does science, and his is unique not because he does art, but because science and art equally are expressions of his marvellous plasticity of mind.

Jacob Bronowski

INTRODUCCIÓN

El conocimiento humanístico y científico son considerados como dos elementos de la cultura marcadamente diferenciados, si bien, en sentido amplio, ambos conocimientos se intersectan e integran mutuamente conformando la cosmovisión del mundo del propio individuo. Aunque los métodos, objetivos y productos de la investigación en arte y ciencia son claramente distintos, ambos tipos de actividades pueden combinarse de forma sinérgica, posibilitando el desarrollo de nuevas líneas de investigación artística y científica, lo que de forma metafórica podríamos describir como alcanzar “puertos nunca vistos antes”, aludiendo al poema Ítaca de Cavafis. De hecho, a escala humana, esta mezcla de conocimiento científico y humanístico puede conllevar una aproximación al conocimiento menos fragmentada y compartimentalizada, quizás necesaria para la contemplación y análisis integral de muchos fenómenos sociales, culturales y naturales. Interesante reflexión sobre las diferencias conceptuales entre ciencia y literatura (que podríamos extender a las artes en general) es la propuesta por el sociobiólogo, Edward O. Wilson, premio Crafoord 1990 (equivalente al Nobel en Ciencias de la Tierra y de la Vida). En su libro “La conquista social de la Tierra” (Wilson, 2012), expone que la diferencia fundamental entre ciencia y literatura estriba en el

Fig. 1. Esculturas sonoras en piedra, localizadas en el Museo de Pinuccio Sciola en Cerdeña (imagen por P. Dalpozzolo



“uso de metáforas”; si en el contexto científico lo importante es “el descubrimiento”, en el ámbito de la literatura la importancia reside en “la originalidad y el poder de la metáfora”. Ahondando en las confluencias del proceso artístico y científico podríamos plantear que el “placer estético”, algo típico del ámbito artístico, también puede ser experimentado en una actividad científica, por ejemplo, durante un descubrimiento inesperado, o durante un exitoso experimento elegantemente bien diseñado. Por su parte, la reflexión y constatación, columna vertebral del conocimiento científico, también puede conformar piezas clave en el rompecabezas metodológico del desarrollo de una obra o producción artística.

La escultura sonora en piedra se encuentra inmersa dentro del campo del Arte Sonoro, uno de los géneros interdisciplinarios del arte contemporáneo con más desarrollo en la última década. Molina Alarcón (2008) propone, en su definición de arte sonoro, que el elemento común de este género es que los artistas visuales realizan obras constituidas preferentemente por sonido, cuya naturaleza puede ser natural o tecnológica. Las obras generadas quedan enmarcadas dentro de los diferentes lenguajes propios del arte contemporáneo: performance, ensamblaje, escultura e instalación tanto en galerías y museos, como en espacios públicos. La diversidad de enfoques del arte sonoro llevan a crear tantas historias o posibilidades de expresión artística como ondas reflejadas y atravesadas en el muro del conocimiento (Molina Alarcón y Cerdà i Ferré, 2012). En particular, la expansión de la escultura hacia el campo del arte sonoro posibilita la intersección con otras disciplinas artísticas como la música, las artes escénicas y visuales, vinculándose directamente con otras áreas de conocimiento, como la física acústica y o incluso la geología y petrología (Villanueva Marañón, 2016, 2015; Corbí, 2015; Corbí y Villanueva, 2015). Actualmente, uno de los escultores sonoros en piedra más conocidos es Pinuccio Sciola, en cuyo pueblo natal situado en Cerdeña se encuentra un “jardín de piedras sonoras” ideadas por el propio escultor (fig. 1). Dentro de la escultura sonora, destacan los litófonos, que pueden considerarse como instrumentos constituidos a partir de piedras naturales de diversa naturaleza litológica y geometría. Son litófonos también las “piedras sono-

ras” de origen natural y sonido campanil como las “fonolitas” y los “sanukites” de Japón, dos peculiares rocas ígneas que pueden considerarse como los instrumentos de percusión más antiguos.

La búsqueda de puntos de encuentro entre dos tipos de actividades, en principio académicamente muy alejadas, como la escultura en piedra y la geología o Ciencias de la Tierra, proporciona nuevas posibilidades de investigación científica y producción artística (Corbí, 2015). Estos lugares de encuentro entre investigadores y académicos (vinculados al arte o a la ciencia), escultores y músicos, dentro de un contexto de trabajo sinérgico y transdisciplinar es el lugar idóneo para el planteamiento y difusión de nuevas ideas “out of the box”. Sobre esta idea de trabajo conjunto transdisciplinar entre científicos y artistas se ha planteado una de las líneas de investigación del grupo Interdisciplinario de Experimentación e Investigación de Escultura Sonora de la Universidad Nacional Autónoma de México, en particular, la vinculada a la producción de la autora Yoliztli (fig. 2, Villanueva Marañón, 2016, 2015, 2014, 2013 y 2012). Recientemente, este grupo de investigación conformado por escultores, artistas sonoros y geólogos ha implementado talleres didácticos de carácter universitario que fomentan la aproximación “multiproxy” a la escultura en piedra. Estos talleres llevan impartiendo cerca de tres años y han sido implementados dentro de las actividades docentes del Master de Arte Sonoro de la Universidad de Barcelona y el Taller de escultura en piedra del posgrado de la Facultad de Artes y Diseño de la Universidad Nacional Autónoma de México. Su carácter transversal queda patente también con su presentación y difusión en el “67 Encuentro de Ciencias, Artes y Humanidades” organizado en la Universidad Nacional Autónoma de México en 2013 (Villanueva Marañón y Corbí, 2013). Dentro de este contexto, la finalidad o propósito del trabajo que aquí se presenta es doble. Por una parte, exponer y describir la estructura de estos talleres como propuesta que pueda aplicarse en otros contextos académicos, haciendo especial hincapié en los contenidos transversales de carácter geológico y petrológico. Por otra parte, proponer esta actividad didáctica como ejemplo, de lo interesante y cautivador que puede ser para el alumnado, el hecho de que se intersecten y relacionen y busquen puntos de encuentro entre disciplinas académicas, en principio muy alejadas dentro la formación académica universitaria.

ACERCAMIENTOS GEOLOGÍA Y ARTE: UNA BREVE REVISIÓN

Las aproximaciones al arte desde la geología, o la búsqueda de conexiones arte y ciencias de la Tierra, es un tema desarrollado por varios autores, no muchos si se compara la literatura generada con la gran cantidad de producción “científica” académica actual. En esta línea de trabajo, Brusi *et al.* (2011), Alfaro *et al.* (2008) y Martínez Parra (2000) muestran como la geología está presente en las artes plásticas a través del cine. De hecho, Brusi *et al.* (2011) y Alfaro *et al.* (2008) realizan un análisis crítico del “Cine de Catástrofes”, en particular el dedicado a los riesgos

naturales, proponiendo actividades didácticas para la enseñanza de las Ciencias de la Tierra. Por su parte, Sellés-Martínez (2010a, 2010b, 2010c), analiza la presencia del concepto “piedra”, en sentido amplio, en ámbitos que van desde los libros y el lenguaje, hasta la arquitectura, el arte o incluso la publicidad, entre otros muchos. Dentro del campo de las artes plásticas es muy sugerente también la propuesta de Dove (1997), quien examina las conexiones entre la geología y el arte, proponiendo que el conocimiento y la contemplación de la diversidad de texturas, colores y formas de las rocas, puede realzar la apreciación estética incrementando las posibilidades de inspiración de los propios artistas plásticos. Del lado de la producción artística, son también varios los autores que, más o menos directamente, abordan diversas cuestiones artísticas en base a elementos geológicos. En este sentido, podemos subrayar la propuesta de investigadores de la Universidad de Zaragoza denominada “Música de las Esferas y Cicloestratigrafía: melodía de la Tierra” (Simón *et al.*, 2015). Estos autores, tomando como punto de partida análisis cicloestratigráficos de sucesiones geológicas rítmicas, proponen partituras musicales que, combinadas con poesía, nos narran en forma de melodías la historia geológica de una decena de puntos geológicos de la Península Ibérica. Interesantes planteamientos son también los proyectos “*Sound of Seismic- SOS*” y “*Listening to Earthquakes*”, los cuales surgen de la colaboración interdisciplinaria entre artistas, músicos, matemáticos y geofísicos (McGee *et al.*, 2016; Michael and Ross, 2016). Estos proyectos, que pueden considerarse teóricamente influenciados por John Cage y Pierre Schaffer, generan “sonidos audibles” a través de un software que amplifica y acelera los sismogramas registrados en diversos puntos de la Tierra. Los “sonidos sísmicos” obtenidos son posteriormente radiodifundidos en tiempo real y se encuentran disponibles en las páginas web de los proyectos, lo que fomenta la consciencia social sobre los sistemas naturales, en



Fig. 2. Esculturas sonoras en piedra (areniscas, basaltos, mármoles, etc.) de la autora Yoliztli expuestas en diversas instalaciones en ciudad de México (Villanueva Marañón, 2012).

particular los riesgos geológicos derivados de los terremotos. Finalmente, y como muestra de las potenciales conexiones entre la investigación en arte y geología cabe destacar el monográfico editado por la *American Association of Geology Teachers* (Pestrong, 1994), así como la muestra “Los materiales Geológicos en el Arte”, que fue expuesta en Alicante y Aveiro durante los Simposios de la AEPECT (Sellés-Martínez, 2006, 2004).

¿QUÉ ES UN LITÓFONO?

Tal como su propio nombre indica (lito=piedra; fono=sonido), se trata de instrumentos, más o menos elaborados, contruidos a base de “piedras”, de rocas de diversa naturaleza (se remite a Fagg, 1994 para una discusión sobre el término litófono y a Adcock, 2010 para una completa revisión sobre todo lo relacionado con los instrumentos realizados en piedra). Los litófonos, también denominados “piedras sonoras”, fueron empleados inicialmente en oriente y constituyen el grupo de instrumentos de percusión más antiguos que se tiene conocimiento (Gil Corral y Serrano Vida, 2000). De hecho, el litófono más antiguo se remonta al Neolítico y fue descubierto en Vietnam en 1949 (Schaeffner, 1951). Este litófono, expuesto en la actualidad en el Museo del Hombre de París, está formado por 11 láminas de piedra tallada de tamaño y grosor crecientes, produciendo cada una de las láminas un sonido de frecuencia definida.

Dentro de la definición de litófono se incluyen tanto acepciones que implican el contexto espacial en el que se encuentra la roca, como la sonoridad que pueda emitir. De este modo, se pueden denominar litófonos tanto a los espacios acústicos formados en cuevas con estalactitas y estalagmitas, como a las construcciones organizadas con rocas de mayor o menor tamaño. Son considerados también litófonos las “piedras Gong”, rocas habitualmente de dolerita y en forma de losa que fueron utilizadas como tambor en la antigüedad. Estos litófonos se han encontrado asociados a pinturas rupestres en numerosos yacimientos arqueológicos de África, Asia y Europa (Montagu, 2007; Goodwing, 1957; Fagg, 1956).



Fig. 3. Litófono elaborado a partir de fonolita expuesto en el jardín botánico en Shellerhau (Alemania). Fotografía de Norbert Kaiser (CC).

La percusión de los litófonos produce sonidos con ciertas frecuencias que pueden asociarse a notas musicales o incluso a melodías o armonías concretas. Por tanto, a grosso modo, se pueden diferenciar litófonos intervenidos y desarrollados expresos (figs. 3-7 para algunos ejemplos), como los que trata ese trabajo, de aquellos que pertenecen a un determinado espacio o contexto, normalmente de grandes dimensiones (e.g. Dams, 1985; 1984; Díaz Andreu *et al.*, 2012; Steele, 1997).

En sentido amplio, el concepto de litófono incluye también las rocas naturales que, debido a su composición petrológica, emiten una sonoridad singular cuando son percutidas. Estas peculiares rocas son objeto de investigación e incluso algunas de ellas son comercializadas como instrumentos musicales. Quizás las dos piedras sonoras naturales más conocidas sean la fonolita, escasa, pero ampliamente representada por todo el mundo, incluso en las islas Canarias, y el sanukite (piedra sonora en japonés) exclusiva de Japón. Cuando una fonolita es golpeada emite un característico sonido metálico, como de campana, de ahí que incluso su nombre petrológico esté directamente relacionado con esta propiedad acústica. Se trata de una roca ígnea volcánica muy escasa, un tipo de traquita que contiene nefelina o leucita (Ordaz, 2010). Para hacernos una idea de la sonoridad de la propia roca, cabe citar el siguiente comentario de Jung (1935, en Ordaz, 2010) en *Grundriss der Mineralogie und Petrographie* (1935): “Al acercarse a una cantera de fonolita, donde los canteros trabajan con planchas de diferentes tamaños y espesores, podría pensarse que se está escuchando el resonar de varios cencerros”. Por su parte, el “sanukite” es una roca volcánica particular formada hace 13 millones de años y originaría exclusivamente del sureste de Japón. Se trata de un tipo de andesita que incluso está siendo considerada como patrimonio mundial (Hasegawa *et al.*, 2015). Tal como describen estos autores, la alta dureza y presencia de cristales pequeños de esta particular

Fig. 4. Litófono incluido en “Musical Stones of Skiddaw” del “Keswick Museum and Art Gallery” (Inglaterra). Este último tipo de litófono se construye desde hace más de dos siglos en el condado de Keswick, utilizando Hornfels, un tipo de roca metamórfica de contacto cuya dureza y textura recuerdan a los cuernos de los animales. Se considera que esta roca posee un tono y timbre más extenso que las rocas comunes de esta región. Autor: Keswick Museum (CC).





Fig. 5. Litófono en Schloss Freudenberg, Wiesbaden (Fessman Klangstein. Imagen por Martin Siebel).

roca imprimen una alta velocidad de propagación de la onda P, lo cual da una alta resonancia a la roca tras ser percutida. Su timbre es alto y bello, aspecto que hace que sea utilizada frecuentemente como instrumento musical, sobretodo en su lugar de origen, Japón (e.g. Kishi *et al.*, 2001).

Es de destacar también que los litófonos suponen un punto de partida para numerosas producciones artísticas. Escultores, músicos, artistas visuales y sonoros enfocan sus obras y composiciones a los sonidos que producen la piedra, manufacturando esculturas en piedra natural de diversas litologías y formas (e.g. Villanueva Marañón, 2014, 2013, 2012; Favaro *et al.*, 2011; Sciola, 2011, 2005; Adcock, 2010; Feßmann, 2008). Además, como se aprecia en los litófonos representados en la figuras 4-8 las técnicas modernas de trabajo en laboratorio permiten incorporar a los autores nuevas posibilidades de cortes longitudinales y transversales.

ELEMENTOS TEÓRICO-PRÁCTICOS PARA LA ELABORACIÓN DE LITÓFONOS

El taller propuesto plantea la elaboración y experimentación con litófonos con un alumnado principalmente de artes visuales y plásticas, aunque también puede ser extendido, con algunas modificaciones teórico-prácticas, a alumnos con más vinculación con la geología o ciencias en general. Como se aprecia en las figuras 9 y 10, los litófonos elabo-

Fig. 6. Litófono Klangstein Arpa, detalle del “arpa sonido lotus”. Autor: Philipp Friedrich.



Fig. 7. “Klangstein” de Jaspe realizado por Philipp Friedrich.

rados en el taller son de diversa naturaleza litológica (areniscas, travertinos, filitas, granitos, mármoles, etc.) y morfológica (placas o lajas, o bloques). Durante este taller el alumnado obtiene una visión integrada que conjuga tanto la elección del material geológico, en base a sus potenciales propiedades acústicas, como aspectos técnicos de trabajo en laboratorio, básicamente corte de los materiales y cuestiones relacionadas con la amplificación y grabación del sonido emitido al percutirlos. Integrado en el programa docente del taller, y a modo de incursiones teórico-prácticas, se exponen y describe, una serie de conceptos geológicos, petrológicos, petrofísicos y acústicos, cuyo entendimiento resulta esencial, atractivo y sugerente para un alumnado proveniente principalmente de disciplinas académicas más vinculadas al arte.

Los conceptos teórico-prácticos expuestos durante el transcurso del taller pueden englobarse en dos grandes categorías directamente relacionadas. Por una parte, se incluyen nociones más propias de la física acústica o cuestiones técnicas de experimentación sonora con litófonos. Dentro de este



Fig. 8. El músico Stomu Yamash'ta con su conjunto de esculturas de “Sanukite”.

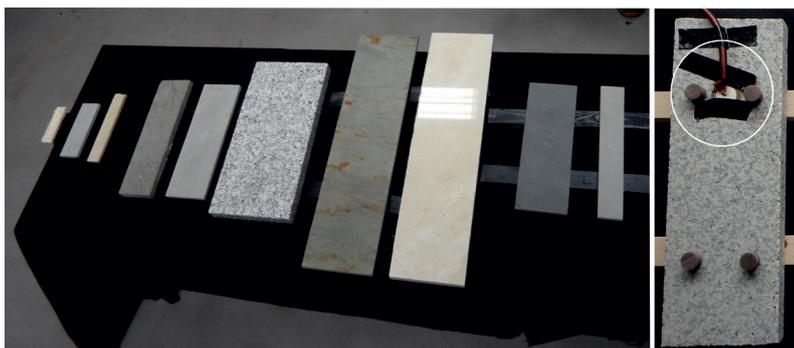


Fig. 9. Litófonos tipo bloque empleados en el taller, previamente expuestos en la instalación “El Sonido de las Piedras” (Villanueva Marañón, 2014). Altura de las esculturas: 50 centímetros.

campo los principales conocimientos abordados son: a) nociones elementales de física acústica (propagación de ondas sonoras, cualidades del sonido: tono, altura y timbre, etc.); b) colocación de los litófonos (suspendidos, sobre estructura de madera, sobre aislantes, etc.); c) localización de los nodos o puntos donde han de quedar suspendidos los litófonos (según modelos físicos de vibración de placas la distancia ideal para una mayor resonancia es $\frac{3}{4}$ de la distancia total); d) construcción y posición de los micrófonos (piezoeléctricos) necesarios para la amplificación y grabación del sonido (figura 10); e) tipos y variaciones de percutores empleados (cantos rodados de rocas de diversa naturaleza, baquetas de madera, etc.); y f) introducción al análisis espectral implementado mediante software de libre acceso, que tiene como finalidad determinar las cualidades del sonido a través de su espectro, definiendo así, la frecuencia fundamental y componentes secundarias que emite cada litófono al ser percutido.

Por otra parte, durante el transcurso del taller se exponen, a través de presentaciones visuales, y en contacto directo con los propios materiales litológicos empleados, una serie de conceptos geológicos y petrológicos que pueden agruparse en las siguientes categorías. En primer lugar, exposición de los aspectos teóricos básicos sobre cultura científica en Ciencias de la Tierra. Estos primeros conocimientos de geología sintetizan las aportaciones básicas de la geología a la cosmovisión del mundo actual. Los elementos tratados y discutidos en el taller quedan englobados en los siguientes conceptos: a) idea tiempo profundo o “deep time” (historia de la Tierra de más de 4500 millones de años); b) visión integrada de la superficie de la Tierra como un puzzle (introducción a la tectónica de placas); y c) planteamiento de cambios constantes en la historia de la vida (registro geológico de grandes extinciones en masa). Tras la exposición de estas cuestiones (mediante presenta-

Fig. 10. Litófonos tipo placa empleados en el taller de escultura sonora en piedra en la Universidad de Barcelona (detalles en el texto).



ciones y videos), se plantea a los alumnos que, de forma metafórica, todos estos elementos teóricos geocientíficos pueden englobarse dentro del concepto (de la idea) de “transformación”, dentro del cual se incluye también el proceso escultórico, el cual genera una “transformación” de la propia roca original. Finalmente, dentro de esta sección se describen algunos ejemplos de investigaciones científicas que abordan las interrelaciones Geología y Arte, haciendo mención a algunas propuestas artísticas que utilizan de base teórica elementos geológicos.

En segundo lugar, y tras la exposición de los elementos teóricos anteriormente mencionados, se presentan de forma progresiva y práctica una serie de conceptos geológicos, todos ellos directamente relacionados con la elección del material geológico de base para elaborar litófonos. Estos conceptos quedan agrupados en los siguientes apartados: a) diferencias entre el concepto de piedra, roca y mineral, citando ejemplos tipo de cada uno de ellos; b) clasificación y principales tipologías de rocas sedimentarias, metamórficas e ígneas (reconocimiento visual e interpretación), haciendo especial hincapié en algunos ejemplos de rocas ornamentales; d) ciclo de las rocas o litológico, contextualizando el proceso escultórico dentro del mismo, entendido este como una fase más del ciclo de las rocas; y e) descripción de las principales propiedades petrofísicas de las rocas, como la densidad, módulo de Young, porosidad, mineralogía, grado de fracturación y su relación con las propiedades acústicas, esenciales para la elaboración de litófonos.

ESTRUCTURA DEL TALLER

El taller, denominado “LITOFÓNICA: Experimentación con Litófonos”, se estructura en dos secciones, una de carácter teórico en la que se introducen y exponen los elementos anteriormente mencionados, y otra, de carácter práctico, en la que los participantes seleccionan, desarrollan y exploran sonoramente los litófonos construidos por ellos mismos. Aunque existen ciertas diferencias programáticas entre la estructura de los talleres hasta ahora realizados, básicamente el taller queda contenido en las siguientes tres sesiones teórico-prácticas.

Durante la primera sesión se establecen las diferencias conceptuales (métodos, objetivos y productos) entre la investigación en artes y ciencia. Esta breve introducción da paso a presentar el arte sonoro en el marco de la escultura sonora en piedra, exponiendo los principales artistas sonoros del panorama contemporáneo actual. A continuación, se dedica una presentación a la definición, tipos y principales obras implementadas con litófonos, incidiendo en cuestiones técnicas como las posibilidades de construcción, así como los tipos de percutores y micrófonos de contacto (piezoeléctricos). En la figura 10 se muestra parte de la colección de litófonos utilizados en los talleres realizados en la Universidad de Barcelona. Estos litófonos, de tipo placa, están elaborados con longitudes y litologías determinadas (granitos, areniscas, pizarras, filitas, calcarenitas, etc.), lo cual permite obtener diversas sonoridades al percutirlos (frecuencias determina-



das). La imagen de la derecha (figura 10) muestra uno de los litófonos, en su parte posterior, donde puede observarse la disposición y ubicación de los piezoeléctricos (micrófonos de contacto, círculo en la figura), empleados para la amplificación y grabación del sonido. En este caso, los litófonos se ubicaban entre dos barras de madera que, a modo de puente, permitían que quedasen suspendidos, lo que incrementaba la vibración al percudirlos, favoreciéndose entonces la sonoridad del material.

La segunda sesión está dedicada a las cuestiones geológicas y petrológicas del taller. En primer lugar, se exponen los principales conceptos geológicos anteriormente comentados, aludiendo a investigaciones que abordan, de alguna u otra manera, las interrelaciones entre arte y geología. Parte importante de esta sección es abordada a través de una sesión práctica de “visu” con materiales geológicos, ahondando principalmente en la clasificación de las rocas y sus propiedades petrofísicas esenciales. Seguidamente se realiza la selección de los materiales por parte de los alumnos, principalmente bloques de piedra y placas de roca ornamental, disponibles en los laboratorios de escultura de las Universidades de Barcelona y Universidad Nacional Autónoma de México. A continuación, se elaboran los litófonos (ya sean en placa o bloque, figuras 9 y 10) mediante corte y pulido en el propio laboratorio, y siempre bajo supervisión de técnicos especialistas en corte de materiales pétreos.

El tercer bloque, que puede considerarse el más experimental, incluye la exploración sonora individual y colectiva, así como el registro de grabación (figura 11). Durante esta fase, y una vez integrados todos los conocimientos teóricos y prácticos, se rea-

liza un “concierto” improvisado en el propio laboratorio, en el que participan tanto los profesores como los alumnos implicados en el taller. Finalmente, el registro de audio queda disponible en el blog del taller, a modo de expresión sonora, que pueda ser empleada en las posteriores iniciativas artísticas de los propios alumnos.

CONSIDERACIONES FINALES

La puesta en funcionamiento de estos talleres interdisciplinarios, ha supuesto el punto de partida para plantear, del lado de la producción científica, nuevas líneas de trabajo de exploración geocientífica con litófonos en colaboración con escultores en piedra y artistas sonoros. El proyecto de investigación, aún en fase embrionaria, aborda la caracterización y modelización de la respuesta acústica de diversas litologías. Para ello, se ha realizado una selección de “ejemplos tipo” de rocas (en forma de placa principalmente), atendiendo a sus minerales constituyentes y porosidad (volumen y tipos). El objetivo principal de esta iniciativa es examinar de forma conjunta la características petrológicas esenciales y la respuesta acústica del propio litófono, determinada por la frecuencia principal emitida (expresada a través de un análisis espectral de frecuencias). El análisis integrado de estos dos elementos “petroacústicos” puede permitir establecer correlaciones entre tipos litológicos y características sonoras, aspectos que pueden suponer, no solo un avance en el conocimiento a nivel geocientífico y acústico, sino también facilitar la elección por parte de los escultores del material adecuado para la elaboración de litófonos.

Fig. 11. Sesiones prácticas del taller de elaboración de litófonos realizado en la Unidad de Posgrado de la Universidad Nacional Autónoma de México (izquierda) y en el Departamento de Escultura de la Facultad de Bellas Artes de la Universidad de Barcelona (derecha).

Fig. 12. Concierto del grupo “Petrus” de experimentación sonora con litófonos, realizado durante la inauguración de la instalación “El Sonido de las Piedras: Escultura Sonora Expandida (Antigua Academia San Carlos, UNAM; Villanueva Marañón, 2013).





Fig. 13. Instalación en la Antigua Academia San Carlos, Facultad de Artes y Diseño, Universidad Nacional Autónoma de México (Villanueva Marañón, 2013). Derecha: Cartel de la exposición.



Fig. 14. Cartel de la instalación "El Sonido de las Piedras: Escultura Sonora Expandida" (Facultad de Artes y Diseño, Universidad Nacional Autónoma de México; Villanueva Marañón, 2013).

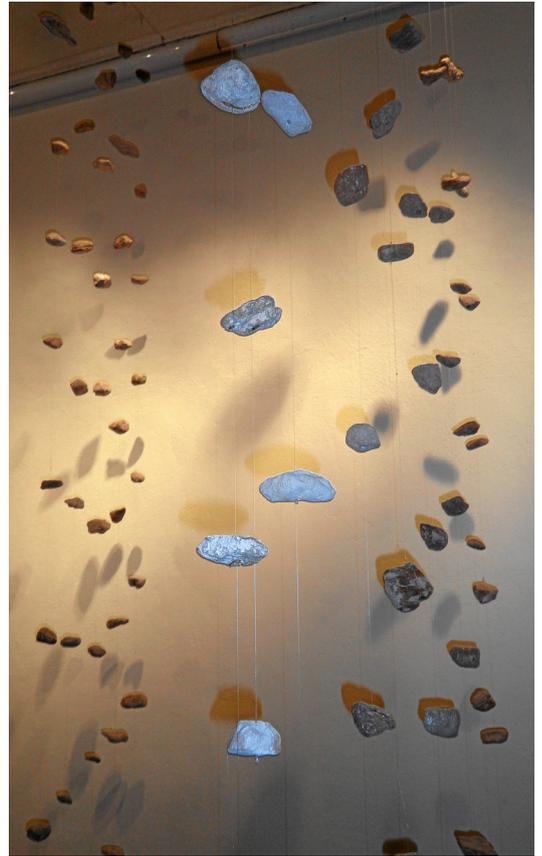


Fig. 15. Piedras colgantes (piedra pómez) en la instalación "El Sonido de las Piedras: Escultura Sonora Expandida" (Villanueva Marañón, 2013).

Los talleres surgen como propuesta didáctica vinculada a las exploraciones sonoras realizadas en el marco de la producción artística de la autora Yoliztli (Villanueva Marañón, 2016, 2015, 2014, 2013, 2012). De forma paralela, la investigación de esta autora conlleva tanto la colaboración y experimentación con músicos, como la presentación de instalaciones artísticas (figuras 12 a 16). Los "conciertos pétreos" se encuentran articulados en cuatro segmentos. Primero, con patrones rítmicos acústicos, golpeteos con litobaquetas y manos; segundo, incluyendo instrumentos como bajo eléctrico, se-

Fig. 16. Instalación "El Sonido de las Piedras: Escultura Sonora Expandida" (Villanueva Marañón, 2015), obra seleccionada en la Bienal IX Mostra del CC. Convent de San Agustí, Barcelona).



Fig. 17. Visita e interacción de familias con niños en la instalación "El Sonido de las Piedras: Escultura Sonora Expandida" (Villanueva Marañón, 2015)



cuencias electrónicas y percusión con baquetas de madera o metal; tercero, se realizan grabaciones de percusión que son modificadas en directo por distintos hardware y software de audio; y finalmente, se invita a los oyentes a que sean partícipes del evento ya sean guiados o por instinto mediante la percusión de las esculturas que forman parte de una pieza sonora de la que ellos son también parte activa. Por otra parte, en el contexto del proyecto en el que se enmarcan los talleres, también se han realizado instalaciones donde se implica todo el espacio de la galería, provocando la inmersión del oyente en un ambiente de piedras flotantes (piedras pómez colgadas a modo de cortina, figuras 12 a 16). Este ambiente conduce al oyente o visitante a ser partícipe de la percusión y exploración sonora de las esculturas que lo rodean. Entre todas las obras, destaca la presentada en la Antigua Academia San Carlos de la ciudad de México (Facultad de Artes y Diseño; Villanueva Marañón, 2013; figuras 13-15), cuyo título es: “El sonido de las piedras: escultura sonora expandida”. Posteriormente, una variante de esta exposición fue seleccionada en la Bienal IX Mostra Sonora i Visual del CC. Convent de San Agustí de Barcelona (Villanueva-Marañón, 2014; figuras 16 y 17). En ambos escenarios se propone la participación e interacción directa de los visitantes con los litófonos. Durante la presentación de estas propuestas artísticas y en contacto directo con los visitantes se comentaban o incluso se describían elementos geocientíficos como los expuestos en el taller (principalmente el ciclo de las rocas, tipos y propiedades de las rocas). La experiencia de estas exposiciones ha mostrado como la interrelación de elementos artísticos (escultura en piedra) y otros científicos (geológicos y petrológicos relacionados con los propios materiales) fomentaba la curiosidad e interacción de visitantes muy diversos, con o sin formación académica musical o científica previa. Incluso, el espacio artístico fue visitado por familias, donde los niños interactuaban con los propios litófonos en forma de “artistas sonoros con base geocientífica” en proceso de exploración sonora.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha desarrollado en el marco del grupo de investigación GIEIES (Grupo Interdisciplinario de Experimentación e Investigación de Escultura Sonora) de la Universidad Nacional Autónoma de México y del proyecto de investigación emergente GRE14-05 de la Universidad de Alicante. Agradecer a Juan Manuel Rodríguez, Jorge Chac Gómez y Cristina Flores, componentes esenciales del grupo de experimentación sonora “Petrus”, por su incansable entusiasmo en el proyecto “El Sonido de las Piedras”, punto de partida inicial de estos talleres. H.C. extiende su agradecimiento a Alfonso Yébenes, por los interesantes debates sobre filosofía de la ciencia, estructuras Sistémicas del mundo contemporáneo e ideas “out of the box”. Los autores agradecen la revisión realizada por José Sellés Martínez y Diego Arias Regalía, cuyas observaciones han permitido mejorar este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- Adcock, M. (2010). Lithophones. Acceso 5 de marzo de 2016. <http://www.lithophones.com/index.php?id=1>
- Alfaro, P., Brusi, D., González, M. (2008). El cine de catástrofes ¡Qué catástrofe de cine! Actas del XV Simposio sobre enseñanza de la Geología. Ed. Instituto Geológico y Minero de España, 1-12.
- Brusi, D., Alfaro, P. y González, M. (2011). El cine de catástrofes naturales como recurso educativo. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, 19(2), 193-203.
- Corbí, H. (2015). La escultura sonora en piedra: una perspectiva desde la investigación en artes y ciencias geológicas. Revista 925, Artes y Diseño (Revista de la Facultad de Artes y Diseño, plantel Taxco, Universidad Nacional Autónoma de México).
- Corbí, H. y Villanueva Marañón, Y. (2015). Expandiendo la escultura sonora en piedra: puntos de encuentro con la Geología. II Congreso Internacional de Investigación en Artes Visuales ANIAV (Asociación Nacional de Investigación en Artes Visuales). Universidad Politécnica de Valencia.
- Díaz Andreu, M. y Benito, C. G. (2012). Acoustics and Levantine rock art: auditory perceptions in La Valltorta Gorge (Spain). Journal of archaeological Science, 39(12), 3591-3599.
- Dams, L. (1985). Palaeolithic lithophones: descriptions and comparisons. Oxford Journal of Archaeology, 4, 31-46
- Dams, L. (1984). Preliminary findings at the ‘organ’ sanctuary in the cave of Nerja, Malaga, Spain. Oxford Journal of Archaeology, 3(1), 1-14.
- Dove, J. (1997). Geology and Art: Cross-curricular links. Journal of Art & Design Education, 16 (2), 171-179.
- Fagg, C. (1994). What is a Lithophone and What is a Rock Gong?. The Galpin Society Journal, 47, 154-155.
- Fagg, B. (1956). The Discovery of Multiple Rock Gongs in Nigeria. African Music (Johannesburg, South Africa: International Library of African Music).
- Favaro, R., Sciola, P., Pes, N. y Garau, M. (2011). Suoni i sculture: le pietre e le città sonore di Pinuccio Sciola. Arkadia, 120 pp.
- Feßmann, K. (2008). Klangsteine: Begegnung mit dem ewigen Gedächtnis der Erde; [Audio-CD: 60 Minuten dem beeindruckenden Klang der Steine lauschen]. Südwest-Verlag.
- Goodwin, A. J. H. (1957). Rock Gongs, Chutes, Paintings and Fertility. The South African Archaeological Bulletin (Cape Town, South Africa: South African Archaeological Society), 12.
- Gil Corral, J. G. y Serrano Vida, M. S. (2000). Música: volumen práctico: oposiciones al Cuerpo de Profesores de Educación Secundaria. MAD-Eduforma.
- Kishi, K., Maeda, H. y Sugai, M. (2001). A new percussion instrument “hokyo” made of Sanukite. Acoustical Science and Technology, 22(3), 209-218.
- Hasegawa, S., Tsuruta, S., y Maeda, M. (2015). Preservation of Sanukite, the Highly Sophisticated Music Instrument Made of Andesite. In Engineering Geology for Society and Territory-Volume 8, Springer International Publishing, 99-102.
- Martínez Parra, M. (2000). El empleo de la Geología como soporte ambiental en el cine. Boletín geológico y minero, 79-84
- McGee, R., Michael, A., Plum, S. (2016). Sounds of Seismic - Earth System Soundscape. Acceso 21 de febrero de 2016. <http://sos.allshookup.org>

- Michael, A., Ross, D. (2016). Listening to Earthquakes. USGS. Acceso 21 de febrero de 2016. <http://earthquake.usgs.gov/learn/listen/>
- Molina-Alarcón, M. y Cerdà y Ferré, J. (2012). Introducción: Entre el arte sonoro y el arte de la escucha. *Arte y Políticas de Identidad*, 7, 11-14.
- Molina Alarcón, M. (2008). El arte sonoro. *Itamar. Revista de investigación musical: territorios para el arte*, 1, 213-234.
- Montagu, J. (2007). *Origins and Development of Musical Instruments*, Lanham, MD: Scarecrow Press.
- Ordaz, J. (2010). *Obiter Dicta - Notas, comentarios y reflexiones sobre libros y literatura: El Sonido de las Piedras*. Acceso 22 diciembre 2015, <http://jorgeordaz.blogspot.mx/2010/07/el-sonido-de-las-piedras.html>.
- Pestrong, R., (1994). Geosciences and the Arts. *Journal of Geological Education*, 42, 249-257.
- Jung, G. L. H. (1935). *Grundriß der Mineralogie und Petrographie*.
- Schaeffner, A. (1951). Une importance découverte archéologique le lithophone de Ndut Lieng Krak (Vietnam). *Revue de Musicologie*, 33 (97-98), 1-19.
- Sciola, P. (2005). *La poesia della pietra*. Libri Scheiwiller, 63 pp.
- Sciola, P. (2011). *La Città Sonora*. CUEC Editrice, 136 pp.
- Sellés-Martínez, J. (2010a). La Geología en la publicidad. Materiales e ideas para el aula. XVI Simposio de la Asociación Española para la Enseñanza de la Geología (Teruel, España), 251-258.
- Sellés-Martínez, J. (2010b). Piedras por doquier, un ensayo de aproximación geológica a la cultura ya sus aplicaciones pedagógicas. *Enseñanza de las ciencias de la tierra: Revista de la Asociación Española para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 18(3), 239-249.
- Sellés-Martínez, J. (2010c). Por suerte encontré piedras en mi camino. XVI Simposio de la Asociación Española para la Enseñanza de la Geología (Teruel, España), 259-267.
- Sellés-Martínez, J. (2006). Los materiales geológicos en el Arte. XIV Simposio de Enseñanza de la Geología (Aveiro, Portugal). 503-508.
- Sellés-Martínez, J. (2004). Desarrollo de una muestra que vincula obras de arte y conceptos geológicos. XIII Simposio sobre la Enseñanza de la Geología (Alicante, España), 275-281.
- Simón, J.L., Esquerro, L., Fraile, M.A., Villalaín, J.J. (2015). *Música de las Esferas y Cicloestratigrafía*. XI Reunión Nacional Comisión de Patrimonio Geológico.
- Steele, J. F. (1997). *Cave Rituals in Oaxaca, Mexico*. Society for American Archaeology, Nashville, TN.
- Villanueva Marañón, Y. (2016). *El Sonido de las Piedras: Escultura Sonora Expandida*. Tesis Doctoral. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Villanueva Marañón, Y. (2015). La escultura en piedra y el sonido, su expansión en el campo del arte sonoro. II Congreso Internacional de Investigación en Artes Visuales ANIAV (Asociación Nacional de Investigación en Artes Visuales). Universidad Politécnica de Valencia.
- Villanueva Marañón, Y. (2014). Instalación "El Sonido de las Piedras". Bienta IX Mostra Sonora i Visual del CC. Convent de San Agustí, Barcelona.
- Villanueva Marañón, Y. (2013). Instalación "El Sonido de las Piedras: Escultura Sonora Expandida". Antigua Academia San Carlos (Facultad de Artes y Diseño, Universidad Nacional Autónoma de México).
- Villanueva Marañón, Y. y Corbí, H. (2013). *Conversatorio (mesa redonda): Ciclosonos de la Tierra*. 67 Encuentro de Ciencias, Artes y Humanidades. Edificio de posgrado ENAP, ciudad universitaria. 1er Salón Nacional de Artes, Ciencias y Humanidades, ENAP-CIC-UNAM.
- Villanueva Marañón, Y. (2012). *Los sonidos de las piedras: experimentación visual y sonora de la escultura en Piedra*. Tesis de Maestría (ENAP, Universidad Nacional Autónoma de México).
- Wilson, E. O. (2012). *La conquista social de la Tierra*. Traducción de Joan Domènec Ros. Debate. Barcelona, 382 pp. ■

Este artículo fue recibido el día 6 de marzo de 2016 y aceptado definitivamente para su publicación el 18 de abril de 2016.