Instructions for authors, subscriptions and further details:

<http://brac.hipatiapress.com>

Creación Sonora Sobre Fluidos

Ferran Lega Lladós¹

1) Universitat de Barcelona. España

Date of publication: June 3rd, 2015

Edition period: June 2015 - October 2015

To cite this article: Lega Lladós, F. (2015). Creación sonora sobre fluidos. *Barcelona, Research, Art, Creation*, 3(2), 122-158. doi: 10.17583/brac.2015.1390

To link this article: <http://dx.doi.org/10.17583/brac.2015.1390>

PLEASE SCROLL DOWN FOR ARTICLE

The terms and conditions of use, except where otherwise noted, are related to the Open Journal System and to [Creative Commons Attribution License](#) (CC-BY). The indication must be expressly stated when necessary.

Sound Creation On Fluids

Ferran Lega Lladós
University of Barcelona

(Received: 18 January 2015; Accepted: 27 March 2015; Published: 3 June 2015)

Abstract

The sound and his abstract dimension from not musicality, offers big possibilities in relation with arts and creation. Particularly in this article, I will present to the reader, one of the most unknown fields in acoustic, the cymatics creation over fluids as a contemporary artistic expression. In this case the sound is presented not only as an element to be heard, here we will discover the capacity of the sound waves to create a visual discourse over different kind of fluids, drawing, creating patterns and making geometrical figures that the visual artists can develop in his contemporary creations.

Keywords: Acoustics, cymatics, sound art

Creación Sonora Sobre Fluidos

Ferran Lega Lladós
Universidad de Barcelona

(Recibido: 18 Enero 2015; Aceptado: 27 Marzo 2015; Publicado: 3 Junio 2015)

Resumen

El sonido y su dimensión abstracta desde la no musicalidad, ofrecen y han ofrecido desde el pasado, bastas posibilidades en relación con la creación. En este artículo, en particular, se presenta uno de los campos más desconocidos de la acústica, la creación cimática sobre fluidos, como una herramienta para la creación sonora contemporánea. De esta forma, el sonido no solo es concebido como un elemento para ser percibido de forma auditiva, sino que descubriremos cómo sus ondas y las vibraciones que lo hacen posible, son capaces de materializar un discurso visual sobre diferentes fluidos creando dibujos, patrones y formaciones geométricas, que tanto artistas visuales como sonoros podrán desarrollar en su ámbito de trabajo contemporáneo.

Palabras clave: Acústica, arte sonoro, cimática, creación sonora, resonancia, sonido, fluidos

Ante el auge y la creciente demanda de proyectos relacionados entre los campos del arte/ciencia que han surgido en las últimas décadas y su implantación en forma de obras sonoras en el contexto artístico actual, se torna imprescindible investigar nuevos procedimientos creativos que encajen en las disciplinas de creación contemporánea, con el claro e inequívoco objetivo de facilitar y dotar a los artistas de hoy y del futuro de las máximas herramientas posibles para desarrollar su proceso creativo. Bajo esta premisa y frente a la creciente demanda de enseñanzas regladas entorno al arte sonoro en centros de arte y universidades, era necesaria una profunda investigación (desde el punto de vista de las artes), de uno de los campos más desconocidos de la acústica: la *Cimática*¹. Esta, se encarga del estudio de las representaciones visuales de las ondas de sonido y los fenómenos periódicos de vibración sobre la materia. Es decir, el estudio de la creación de dibujos, patrones geométricos, estructuras visuales y figuras generadas mediante el sonido, sobre diferentes materiales tangibles.

Las primeras referencias históricas sobre lo que hoy en día denominaríamos procesos Cimáticos, podemos encontrarlas en forma de antiguos textos, mitos y leyendas alrededor del mundo entero. Dichos escritos permiten identificar una clara relación directa entre algunas obras de arte de la antigüedad y su relación con procesos de creación sonora. En muchos pueblos ancestrales (de varios milenios de antigüedad y de aislamiento socio-cultural entre sí), como la cultura Hindú, la Egipcia, la Mesopotámica, la Japonesa, la Greco-Latina, incluso en los textos más representativos de las religiones más importantes del mundo, encontramos una clara relación entre el concepto de la sonoridad y una alusión directa a la capacidad de crear estructuras, de moldear la materia amorfa.

Vishnu tras adentrarse en el agua, la agitó de forma cautelosa. Se propagaron las ondas. Al sucederse unas con otras, se formó entre ellas una minúscula depresión. Este vacío es el Éter, invisible e intangible, el más sutil de los cinco elementos y portador de la cualidad sensorial invisible e intangible del sonido. Resonó el espacio y del sonido surgió el segundo elemento, el Aire en forma de viento (Zimmer, 1995).

Ya Platón hacia el 360 A.C. en la antigua Grecia, cuna de nuestra civilización occidental, hablaba del sonido y su relación con el universo en uno de sus más famosos diálogos: el *Timeo*². En su interior, narra cómo el creador construyó el *mundo-alma* acorde con los intervalos musicales y las proporciones. El sonido aparece en la mitología griega, bajo la batuta del divino cantante Orfeo y mediante ella, adquiere la capacidad de moldear la materia amorfa.

En este sentido, la relación directa entre textos y obras de arte en la antigüedad aparece muy difusa, ya que no adquiere un carácter científico. El contenido de estos escritos, muestra una clara relación entre sonido y capacidad creativa. Surge una mimetización y adaptación de las imágenes surgidas de dichos procesos sonoros y su transmutación en forma de registros visuales, obras de carácter expresivo y cultural, que hoy en día podemos reproducir fácilmente tanto con elementos no-tecnológicos (arqueta de violín, placas de metal, cuencos tibetanos), como mediante avanzados dispositivos tecnológicos (generadores de ondas, osciladores, etc.). Pruebas visibles de dichas mimetizaciones son bajos-relieves, pinturas y grabados realizados en estructuras megalíticas, encontradas en los yacimientos de los templos de *Hal Tarxien* y la cámara del *Hipogeo de Saflieni* en Malta, o las representaciones de mándalas de la tradición tibetana e hindú.

Figura 1. Las imágenes muestran dos mándalas y sus figuras análogas, realizadas con un fluido en el interior de cuencos tibetanos de meditación realizados en cobre. Según los investigadores (Terwagne & Bush, 2010) de la Universidad de Liège y el departamento de matemáticas de la Universidad de Boston, está probada la visualización de figuras acústicas en el interior de cuencos ceremoniales de meditación con fluidos en su interior, cuando entran en resonancia. Se puede consultar el mayor catalogo mundial de este tipo de estructuras visuales sobre fluidos en el Anexo de la tesis doctoral; *La cimática como herramienta de expresión artística* del mismo autor de este artículo. Imágenes del Autor.

La mimetización y relación entre figuras/patrones y sonido, es tratada del mismo modo por culturas ancestrales sin conexión o relación alguna. La aparición en la escultura (bajo-relieves), la pintura (pinturas de mándalas) o el dibujo (ilustraciones del sonido en forma de remolinos en espiral del mito tolteca de las 7 Cavernas y la utilización de los mismos remolinos para describir la forma del sonido en el interior del Hipogeo de Saffieni muchos milenios atrás) y la adaptación de algunos ideogramas en el antiguo Egipto.

Nada Brahma es la palabra primordial en la espiritualidad Hindú. La palabra Nada, significa Sonido...La palabra Nadi, es utilizada para describir el significado del “fluir de la consciencia”, un significado que encontramos en las milenarias escrituras Hindús del Rig-Veda. Esta relación entre sonido y consciencia, ha sido documentada por el lenguaje como el fluir del sonido. La palabra Brahma, se entiende como la primera palabra creadora. De esta forma se convierte en la idea central de la interpretación Hindú de la palabra. Cuando las dos palabras Nada Brahma están juntas se interpretan como; El sonido es Dios o viceversa, Dios es el Sonido (Berendt, 1987).

Hasta el Siglo XVII no aparecerán registros científicos sobre lo que hoy denominamos procesos cíamáticos. El profesor Robert Hooke de universidad de Oxford, desarrolló un ingenioso aparejo mediante una lámina de cristal y una arqueta de violín combinados, sobre la que se generaban figuras acústicas con harina. Aunque Hooke, es el primer científico en investigar el fenómeno, no será hasta finales del siglo XVIII y principios del XIX, cuando Ernst Florens Chladni accediendo al conocimiento de su predecesor, realizará unas profundas investigaciones acústicas y las publicará en sus dos tratados más importantes, Descubrimientos sobre la teoría del sonido (*Entdeckungen Uber Die Theorie des Klanges*, 1787) y Tratado de acústica (*Traité d'aquistique*, 1804). En su interior, ofrece una explicación minuciosa y científica a través de registros visuales, sobre el proceso de formación de figuras mediante el sonido en placas de metal y otros dispositivos. Debido a la importancia de su trabajo y su contenido, estas figuras acústicas son conocidas en la actualidad como figuras Chladni.

Más adelante en el tiempo, motivados por el excelente trabajo desarrollado por Chladni, científicos de la talla de Michael Faraday o Lord Rayleigh (premio nobel de la universidad de Oxford), también realizarán investigaciones sobre

la capacidad del sonido de crear estructuras y patrones. No obstante, no es hasta finales del siglo XIX cuando aparece la figura de la Galesa Margaret Watts (Watts, M. 1904), quien motivada por la construcción de estructuras geométricas, desarrollará la primera incursión plástica de los procesos cimáticos de la era moderna.

Su trabajo utilizando un dispositivo inventado por ella misma llamado *Eidophone*, consistirá en la utilización del tono de su voz para generar sobre membranas, diferentes estructuras de una forma creativa y plástica, convirtiéndose en 1904 en la que hoy podríamos definir como la primera precursora del arte sonoro de la historia.

Figura 2. Eidophone

No obstante tenemos que esperar a finales de la década de 1960, cuando el Dr. Hans Jenny (Jenny, 2001), realizó la que hasta la actualidad había sido la investigación más exhaustiva sobre los diferentes procesos cimáticos desde un punto de vista audiovisual, realizando un gran trabajo de exploración, con fines divulgativos y didácticos para la explicación de los diferentes procesos, en los que el sonido interviene sobre la materia para generar estructuras visuales. Basándose el trabajo de Jenny, a principios del siglo XXI aparecerá un libro de gran belleza visual (Lauterwasser, 2001) con un gran trabajo fotográfico sobre procesos musicales sobre fluidos y coincidiendo de forma temporal nacerán en esta primera década de siglo, los primeros trabajos artísticos de la mano de artistas influyentes como Nicolai Carsten o Mikel Arce.

Sonido y Fluidos

Cuando hablamos de procesos sonoros sobre fluidos, exponemos el desarrollo de un modo experimental para la creación de fenómenos nodales y se enumerarán los diferentes procesos que existen. Todos estos procesos experimentales se han llevado a cabo bajo condiciones controladas en un laboratorio de acústica mediante un generador de ondas y un oscilador mecánico, unidos a *bañeras de vibración*³, que actúan como contenedores de los fluidos sometidos a los procesos de oscilación. Para poder observar las formaciones nodales que se generan sobre dichos fluidos, es preciso que un haz de luz incida de forma perpendicular sobre el líquido. El desarrollo de esta investigación, está dividido en varios sub-capítulos en los que mostraremos los resultados del uso del sonido sobre distintos tipos de fluidos que clasificaremos en dos grandes grupos: *Fluidos Newtonianos* y *No-Newtonianos*.

1- *Fluidos newtonianos*

Los fluidos newtonianos son aquellos cuya viscosidad puede considerarse constante en el tiempo. Son sencillos de describir debido a que la curva que muestra la relación entre el esfuerzo, contra su velocidad de deformación, es lineal. Su densidad y propiedades no varían, cuando actúan fuerzas sobre ellos. Para mantener unos estándares de trabajo durante el periodo de investigación, se utilizarán como marcadores de este tipo de fluidos el agua y la tintura de yodo (- densidad y peso específico que el agua con base de alcohol).

Fluidos Newtonianos

Material	Densidad	Peso específico relativo
Agua	1,00	1,00
Yodo base de alcohol.	0,80	0,80

2- *Fluidos no-newtonianos*

Los fluidos no-newtonianos son aquellos cuya viscosidad varía con la temperatura y la tensión constante que se les aplica. Como resultado no tienen

un valor de viscosidad bien definido y constante debido a su composición molecular (son aquellos en los que el esfuerzo no es proporcional al gradiente de velocidad o velocidad de corte). Estos fluidos, pueden comportarse como sólidos o líquidos, según la presión o tensión que se ejerce sobre ellos. El efecto de la vibración sobre estos cuerpos causa una tensión estructural sobre el fluido que afecta al estado de sus moléculas, reordenándolas constantemente para generar múltiples formas.

Fluidos no-newtonianos utilizados

Material	Densidad
Compuesto de caolín y agua	densidad no calculable*
Compuesto de harina de maíz y agua	densidad no calculable*

Es importante remarcar la correcta incidencia de la luz sobre los fluidos para la visualización de las estructuras y líneas de creación nodal. Estas pueden ser capturadas a través de la fotografía y el vídeo. La consistencia del haz de luz que incide sobre los fluidos, es muy importante. Observaremos, realizando una comparativa, como mediante el haz de luz de una bombilla normal y una fluorescente (estroboscópica), obtendremos imágenes completamente diferenciadas de los mismos procesos.

Figura 3. Oscilador mecánico de ondas con las bañeras de vibración. Imagen del autor.

Geometrías de una Gota

Cuando empezamos a estudiar los procesos de vibración sobre fluidos es conveniente comenzar a investigar el fenómeno oscilatorio de menor tamaño posible e ir aumentando la cantidad de líquido sobre el que aplicaremos procesos sonoros. Para comenzar a visualizar los procesos sobre gotas de agua, trabajaremos con una plancha de hierro galvanizado de 20x20 cm. y un grosor de 0.5 mm. fijada a un generador de ondas. Es muy importante que la placa metálica permanezca totalmente horizontal, ya que el menor grado de inclinación, influirá en la dispersión de la gota sobre la superficie.

Figura 4. Proceso experimental sobre una gota . Imagen del autor.

El primer paso a la hora de trabajar con gotas de un fluido, es determinar la gama de frecuencias sonoras que utilizaremos para hacer visibles los procesos sonoros. Cuando aplicamos una frecuencia de entre 10Hz y 12Hz (inaudible para el oído humano), observaremos un proceso de vaivén que se genera con el movimiento de la plancha hacia arriba y hacia abajo, generado por la oscilación de entre 10-12 veces por segundo de la plancha. La gota adopta este movimiento y comienza a entrar en resonancia, creando dos fases bien diferenciadas. En la primera fase, se genera el efecto copa sobre la gota, cuando la plancha sube hacia arriba. La segunda fase denominada de cúpula, se origina durante el descenso de la placa hacia abajo.

Figura 5. Fotografías laterales y cenitales de una gota mostrando el proceso de formación de cúpula y copa previo a la creación de una figura geométrica. Imágenes del autor.

El efecto de oscilación no romperá la simetría de la circunferencia natural de la gota, pero el aumento de la amplitud (volumen del sonido), sobre un proceso oscilatorio causará una mayor deformación de esta. Esto es debido a que el líquido eyectado hacia arriba será mayor. Por lo tanto si aumenta la masa en la cúpula, en esta fase dual, la base tiende a menguar. Este proceso relativo a la inercia, ejerce un efecto de péndulo que no cesa mientras sigue actuando la vibración.

Cuando en un proceso de oscilación sobre una gota se rompe la simetría y se originan dos lóbulos en una misma masa, uno de los lóbulos entrará en fase de cúpula mientras que el otro adoptará la fase de copa. Este sistema dual, es la respuesta natural del fluido para tratar de ocupar el espacio vacío que

deja el otro lóbulo. Al aumentar la frecuencia y la amplitud, esta comienza a modificar la forma de su volumen y se transforma en estructuras poligonales de múltiples aristas, que crean formaciones geométricas reconocibles. A medida que aumentamos el rango de frecuencia, más compleja se torna la figura.

Es importante saber que el rango de frecuencias que formarán figuras reconocibles sobre un volumen de agua tan pequeño oscila desde los 9-10Hz hasta los 25-30Hz. La variación de estas magnitudes se da debido a los diferentes materiales (pulimento de la superficie de rozamiento, densidad del material, etc.) y a los equipos utilizados.

Figura 6. Efecto de oscilación sobre una gota de agua que adquiere la forma de una estructura pentagonal de forma regular. Imágenes del autor.

Figuras Sonoras Sobre una Lámina de Fluidos

Cuando aplicamos un tono sobre una plancha en la que se ha depositado un líquido, esta entra en estado de resonancia y generará una serie de efectos que transformarán el estado del fluido. El agua es un material de densidad neutra que la convierte en el perfecto marcador debido a su textura y transparencia. Hay que tener en cuenta que el uso de fluidos de mayor o menor densidad (como la glicerina o la tintura de yodo a base de alcohol), proporcionará sobre

los procesos resultados similares.

A la hora de trabajar sobre fluidos, el rango de frecuencias sobre los que se generan figuras acústicas abarca un rango comprendido entre los 9-10Hz hasta los 3000Hz. Cuando se sobrepasa esta barrera, la tensión del sonido sobre la superficie de los fluidos no presenta alteraciones perceptibles al ojo humano. Hay que destacar que dentro de este rango, existen dos módulos de formación bien diferenciados. Por un lado encontramos el intervalo entre los 9Hz y los 35Hz, donde se generarán estructuras poligonales geométricas reconocibles. El segundo intervalo comprendido entre los 30Hz hasta los 3000Hz, *estructuras de malla*⁴ de diferentes ámbitos; no obstante, las estructuras de malla más reconocibles aparecen entre los 30 y los 300Hz. El rango entre los 300Hz y los 3000Hz solo mostrará en frecuencias muy puntuales, algunos rasgos de patrones de malla que se forman en diferentes lugares de la plancha que forman un patrón de patrones (figura 10).

Uno de los grandes factores a tener en cuenta a la hora de generar estos procesos sonoros, es la superficie sobre la que entrarán en resonancia dichos fluidos. Cuando trabajemos sobre planchas y apliquemos una frecuencia (X), obtendremos resultados diferenciados respecto al mismo proceso realizado en un fluido contenido en el interior de bañeras de vibración de las mismas características. Cuando el fluido está encerrado por paredes, el efecto de la oscilación se retroalimenta y el líquido no puede escapar al espacio que lo contiene. En ese momento, el fluido genera la estructura nodal con la forma del contorno que lo encierra. A este proceso se le conoce como formación de ondas rítmicas de propagación sobre un fluido.

Si aplicamos un tono de 20Hz sobre una masa de agua contenida en la superficie de una plancha, esta entra en resonancia creando las primeras líneas nodales de formación. Estas primeras líneas aparecerán bajo la forma de los denominados según Jenny, (2001) <<trenes de ondas>> llamados así por la creación de nodos en cadena que se entrelazan. En la siguiente composición (figura 8), aparecen diferentes formaciones de *trenes de onda* que se originan sobre una lámina de agua sometida a vibración. La irregularidad del patrón que se genera en estos trenes, es fruto de la irregularidad de la masa de agua que se deposita en la superficie de la placa de hierro.

Figuras 7, 8. Podemos observar dos trenes de onda diferentes, generadas sobre distintas cantidades de fina película de agua en una plancha de hierro de 20 x 20 cm. y un grosor de 0.5 mm. Frecuencia de 20Hz. Imágenes del autor.

Cuando aumentamos la amplitud sobre la superficie de un gran volumen de fluido esparcido sobre la superficie de una plancha, las formaciones evolucionan hacia la creación de estructuras mucho más complejas, llamadas *estructuras de malla* (Jenny, 2001). Estas pueden desarrollar nodos de formación geométricos de diversas escalas y podemos observarlas como ondas estacionarias (en las que las formaciones nodales pueden desplazarse sobre la superficie) o mantenerse fijas en un mismo emplazamiento. La característica común de ambos procesos, es la propagación radial de los nodos desde el epicentro de la vibración hacia el exterior.

Si realizamos una instantánea sobre los nodos que aparecen en forma de malla, apreciaremos las estructuras que generan estos entramados que recuerdan, desde procesos de formación celular hasta las estructuras de panal de abeja. Mediante la correcta utilización de un foco de luz, podemos hacer visibles los detalles más precisos de la formación de diferentes microestructuras que sirven para generar estos entramados. Cuando ampliamos los detalles, desvelamos la aparición de figuras geométricas de menos de 0.01 milímetros de longitud en forma de polígonos regulares.

Figura 9. Proceso radial de formación desde el epicentro de la vibración, sobre una plancha en la que se ha depositado una fina película de agua. Se puede utilizar glicerina líquida en lugar de agua para facilitar la no dispersión del material. 22Hz, máxima amplitud. Imágenes del autor.

Estos procesos de creación de estructuras nodales, pueden verse afectados si encerramos el fluido bajo las paredes de un recipiente. En este caso muchos de los nodos adoptarán la direccionalidad característica del recipiente que las contenga.

Aumentar el rango de frecuencias entre los 50Hz y los 300Hz, propiciará que los nodos de formación se tornan cada vez más pequeños y complejos hasta que llega un punto en el que solo podemos apreciar pequeños entramados que convierten la superficie del fluido en una maya densa de tejido. Este tipo de mallas parecen generar una textura uniforme sobre la superficie. Finalmente si seguimos aumentando el valor de la frecuencia aplicada, la tensión sobre el fluido es mínima y no se generan estructuras visibles a partir de 350Hz. Si aumentamos la frecuencia hasta los 950Hz y los 2500Hz, aparecerán tonos altamente resonantes que tensionarán el fluido en determinadas zonas de la plancha, creando micro-formaciones de estructura de malla que se ubicarán en lugares determinados, formando un patrón de puntos resonantes.

Figura 10. Imágenes de unos patrones que aparecen sobre una plancha que contiene una fina película de tintura de yodo. Al utilizar frecuencias cercanas a los 950Hz y 2500Hz, aparecen estas estructuras de malla, en determinados puntos de la superficie formando figuras. Se utiliza tintura de yodo por su color de contraste y su baja densidad. Imágenes del autor.

Ondas Sonoras de Propagación Rítmica Sobre Fluidos Newtonianos

Los fenómenos de creación sobre fluidos se deben a procesos rítmicos. Su velocidad de propagación e intensidad dependerán de las fuerzas que actúen sobre ellos. A consecuencia de las interferencias generadas por la oscilación y el movimiento rítmico sobre olas de distintos tamaños, aparecerán estructuras y modelos procedentes del movimiento oscilatorio puro. En cada punto en el que las olas se cruzan, se originarán formas en el espacio, mostrándose bajo la luz como líneas de creación nodal. Por lo tanto, los fluidos bajo la acción del sonido tienen la capacidad de generar estructuras de formación geométrica y figuras, a partir de ritmos y movimientos (como sucede mediante la arena con las figuras Chladni).

Teniendo en cuenta que las olas grandes se propagan más deprisa que las olas pequeñas, nos permitirá realizar una clasificación según su longitud de onda...A causa de la interferencia de las olas de diferentes tamaños, veremos aparecer modelos, motivos y formas que proceden del movimiento puro. En cada punto de cruce en el que coincidan las olas, se crearán formas en el espacio, ya sean formas piramidales o planos curvos de apariencia orgánica (Schwenck, 1988).

Si establecemos bañeras de distintos formatos como recipientes para los procesos de oscilación a través de impulsos sonoros regulares (como el ejercido por una onda sinusoidal de una frecuencia constante), el movimiento debe desarrollarse con una constante longitud de onda. Cuando la onda coincide con el diámetro del recipiente, estas se mueven hacia los bordes superponiéndose encima de las que llegan del movimiento reflejo. Esto sucede de forma tan armónica que los nodos de ambas ondas repetidamente se concentran en la misma localización. En el lugar en el que los impulsos del movimiento no

se molestan entre sí, pueden desarrollarse estructuras estables que podemos observar como figuras.

El observador tiene la impresión de que los patrones generados no se mueven y mantienen un equilibrio constante, cuando en realidad están inmersos en un complejo e intenso proceso de vibración y movimiento. (Lauterwasser, 2001).

Figura 11. Propagación de un fluido causado por la acción de una frecuencia sonora de 13Hz en una bañera de vibración de forma circular de 13 cm. de diámetro (cuenco de meditación de cobre). Imágenes del autor.

El proceso se torna más sencillo si se describe de forma visual. En la imagen realizada sobre una bañera de vibración circular (figura 11), observaremos cómo las ondas se desplazan desde el centro hacia los bordes. Las olas que rebotan y retornan hacia el centro, chocan entre sí, dando lugar a la creación de patrones.

Las bañeras son contenedores o recipientes de diversas formas que están sujetas por un eje a un generador de ondas. El uso combinado del generador de ondas y el generador de funciones, permite a las ondas sonoras transmitirse en forma de vibraciones hacia el contenido de las bañeras. No obstante, el proceso para la visualización de estas figuras es complejo. Para hacer visible este fenómeno (tanto para el ojo humano como para cámaras de vídeo y de fotografía), debe incidir sobre el fluido un haz de luz de forma totalmente perpendicular. Una vez que la vibración comienza a generar estructuras, los nodos se reflejarán sobre la superficie y se harán visibles gracias a la luz reflejada.

Para comprender el funcionamiento de los procesos de formación, describiremos las características esenciales de formación sobre fluidos newtonianos.

- Las bajas frecuencias de entre 9 Hz y 30Hz originan las formaciones geométricas más perceptibles, dando lugar a un registro en el que podemos observar multitud de figuras diferenciadas. Cuando aumentamos el rango de frecuencias más allá de los 40Hz los patrones de formación se tornan más complejos formando estructuras menos reconocibles desde el punto de vista poligonal. Cuando sobrepasemos el rango de los 40Hz, solamente aparecerán procesos de creación de malla.

- Se pueden distinguir dos tipos de ondas durante los periodos de oscilación:
1.- Las ondas concéntricas, se propagan desde el centro hacia el exterior de forma anular, rebotando en las paredes de la bañera y retornando hacia el epicentro de la vibración.

Figura 12. Ondas concéntricas. Imágenes del autor.

2.- En cambio, las ondas radiales se mueven alrededor de las paredes y hacen incursiones hacia el centro. Muchas estructuras se desarrollan como una mezcla de ambos tipos de onda. No obstante hay que exceptuar las bajas frecuencias comprendidas entre los 2Hz y los 9Hz. Bajo estas condiciones solamente aparecen estructuras anulares, como causa del bajo periodo oscilatorio.

Figura 13. Estructura de ondas radiales. Inicio de un ciclo de 17Hz. Imágenes del autor.

- Las ondas estacionarias, se desarrollan entre las fases de movimiento como ondas caóticas. Estos patrones siguen intervalos distintos de frecuencias y se mueven como estructuras de rayos lumínicos. Las longitudes de onda variarán las estructuras de creación, de forma que cuando se genere una forma perceptible y la frecuencia vaya aumentando, se destruirá esa formación antes de comenzar un nuevo proceso generativo.

- El uso de la amplitud (volumen de sonido), sobre bajas frecuencias en las que se generaran estructuras geométricas puede ocasionar diversos efectos a tener en cuenta. El uso del regulador de amplitud, puede hacer que se generen unas líneas nodales más o menos definidas. Observaremos cómo sobre un fluido se genera una resonancia y se crea una estructura geométrica. Si aumentamos la amplitud las líneas de formación se tornan más claras y definidas generando un patrón distintivo.

Figura 14. Aumento de la amplitud en un proceso de oscilación de 14Hz, para definir la estructura y hacer visibles todas las líneas nodales. Imágenes del autor.

El uso de la amplitud, también puede desencadenar efectos negativos sobre procesos de oscilación. Si aumentamos demasiado el rango, podemos romper la simetría y generar un proceso de “deformación” de patrones (rotura de simetría por sobre-excitación del medio). Observamos cómo este proceso de máxima amplitud, rompe la simetría generando una maraña de ondas que no crean ninguna figura.

Figura 15. La imagen muestra la rotura del patrón por efecto de un nivel de amplitud demasiado elevado. Imágenes del autor.

Es importante tener en cuenta que las formaciones geométricas que podemos ver tanto en las imágenes fotográficas como durante las capturas de vídeo, no son estructuras fijas sobre un mismo punto de la superficie. Aunque parecen estar quietas, en realidad son el resultado de un movimiento continuo de las ondas.

Organización de las Líneas Nodales

Llegada la hora de analizar la disposición de las líneas nodales en estas formaciones, expondremos cómo estas se organizan y componen en el interior de las figuras. El fenómeno más común que se produce cuando una vibración producida por bajas frecuencias actúa sobre fluidos, es la aparición de patrones de formación geométrica y procesos ordenados correspondientes con los principios armónicos del fenómeno de una cuerda oscilante. Estos procesos pueden repetirse siempre que sigamos los mismos estándares de trabajo (tipo de fluido, cantidad de fluido en la bañera de vibración, temperatura etc.). Por lo tanto es un fenómeno controlable con el que se puede experimentar y realizar un catálogo.

Cualquier recipiente que pueda contener fluidos, es susceptible de ser utilizado para generar este tipo de estructuras. Hay que tener presente que la expansión de las ondas sobre superficies irregulares no poligonales, no generará formas reconocibles debido al propio proceso de expansión y reflexión de las ondas.

Figura 16. Secuencia completa de formación de estructuras con una frecuencia de 11Hz. Podemos apreciar cómo a medida que se aumenta la amplitud se define mejor la estructura de formación del interior. Imágenes del autor.

Cuando observamos estos procesos bajo diferentes haces de luz (fluorescente o luz normal), podemos observar las diferencias formativas sobre los nodos que se generan (Lega, 2014). Mientras que la luz fluorescente mostrará unas estructuras bien definidas en las que las líneas nodales forman un conjunto continuo, los otros tipos de luz que no poseen propiedades estroboscópicas, generan estructuras nodales más finas que se entrecruzan entre ellas para formar el patrón final en forma de “líneas de luz”.

Figura 17. Estas formaciones muestran el mismo proceso de oscilación de 19Hz, bajo dos haces de luz diferentes. Imágenes del autor.

Cuando las estructuras de resonancia sobre una bañera de vibración sobrepasan un cierto número de hercios, se desarrollan estructuras reticulares mucho más complejas (estructuras de malla), en las que la formación nodal aparece como una estructura de formación geométrica. No obstante la geometría se desarrolla como una formación poligonal extremadamente compleja.

Figura 18. Estas figuras muestran cómo se genera un proceso de formación de malla en el interior de una bañera de vibración. La evolución desde la primera figura a la segunda se debe al efecto del aumento de la amplitud. Imágenes del autor.

Debido al alto número de oscilaciones por segundo, las ondas no tienen el suficiente tiempo ni espacio para generar estructuras geométricas regulares, y acaban por generar estructuras en forma de malla entrelazada. Cuanto más alta es la frecuencia que aplicamos sobre un fluido contenido en una bañera, más complejas y pequeñas se tornarán sus estructuras nodales, que acabarán formando mallas ordenadas. Estas diminutas estructuras nodales, adoptarán las formas de pequeños polígonos regulares, siendo las estructuras cuadradas, pentagonales y hexagonales, las más repetidas. Cuando sobrepasamos los 200Hz y aplicamos niveles máximos de amplitud podemos obtener imágenes de una gran belleza como las mostradas en las siguientes páginas.

Figura 19. Formación espiral sobre un fluido. Imagen del autor.

Figura 20, 21. Secuencias sonoras sobre bañeras de vibración que generan diferentes estructuras geométricas. Imágenes del autor.

Cuando estos efectos se trazan sobre bañeras que son de formas diferentes a la circular (la forma circular es la más pura y la que genera las estructuras regulares más geométricas), también aparecen estructuras de malla sobre su superficie. Estas se producen debido a que la reflexión de las ondas tarda más en propagarse y golpear unas paredes que las aristas.

Figura 22. Formación geométrica generada en el interior de una bañera de resonancia rectangular. Imagen del autor.

Efectos Sonoros Sobre Fluidos No-Newtonianos

Los fluidos no-newtonianos, como he mencionado anteriormente, son aquellos en los que el esfuerzo de corte no es proporcional al gradiente de velocidad de corte (al gradiente de corte, se le conoce como viscosidad). Por lo tanto, son líquidos que debido a su composición molecular, adquieren una viscosidad que les otorga un comportamiento que no sigue las leyes de Newton.

Estos fluidos tienen una densidad específica. Son materiales compuestos a partir de diversos materiales, no obstante en esta investigación se ha utilizado una mezcla de harina de maíz y agua o un compuesto de caolín y agua (si queremos obtener un fluido más denso, tendremos que añadir menos agua a la mezcla).

Estructuras Sonoras con Fluidos No-Newtonianos Sobre Membranas

En el instante en que se inicia un proceso de oscilación sobre una membrana con cierto grado de elasticidad (membranas de papel, cartón, etc.), los resultados aparecen de inmediato. Si la frecuencia utilizada es menor a los 10Hz, podemos observar una vez más, la aparición de estructuras de cúpula y copa.

Figura 23, 24. Efecto de cúpula y copa sobre una membrana con un fluido no-newtoniano y efecto de trenes de onda de gran formato tridimensional. Imágenes del autor.

Cuando iniciamos un ciclo con frecuencias muy bajas de entre los 10Hz-30Hz, aparecerán múltiples variaciones de los denominados trenes de onda, que ya hemos visto anteriormente en los procesos de formación sobre fluidos newtonianos. Cabe destacar, que los procesos de formación sobre membranas originan estructuras de mayor magnitud gracias a la viscosidad y tensión ejercida por el material. La aparición de los trenes de onda, surge como respuesta a procesos de oscilación en que las frecuencias tienen una cadencia muy baja y el efecto pendular es muy elevado.

El vaivén producido por la oscilación de la membrana, permite que se formen las crestas y las oquedades que acaban generando estas estructuras. La utilización de este tipo de fluidos (mediante su elasticidad y las propiedades anti-gravitatorias de tensión y fuerza), permite la aparición de crestas gigantes, alcanzando estructuras mucho mayores respecto a los fluidos que sí responden a las leyes de Newton (el mismo efecto sobre un fluido newtoniano, provocará

rotura por tensión).

A medida que aumentamos el rango de frecuencia (entre los 30Hz-300Hz), desaparecen las estructuras en forma de trenes de onda, dando paso a una nueva categoría de formaciones específicas de este material.

Si aumentamos progresivamente el tono, se generan patrones en la superficie del fluido, en forma de malla. La tensión ejercida por la oscilación reparte la masa de forma equitativa por la superficie oscilante y se generan estructuras de rejilla sobre las zonas donde existe mayor acumulación de vibración. Estas masas adoptarán, como en el caso de los fluidos newtonianos diferentes tamaños. No obstante la gran diferencia frente a otro tipo de fluidos, reside en el efecto de expulsión de material. La resonancia provoca que incluso en frecuencias bajas en las que se forman patrones de malla, estos provoquen eyecciones de masa.

Figura 25. Fluido no-newtoniano en resonancia que genera estructuras de malla con textura sobre la superficie del fluido. Imágenes del autor.

Todos estos procesos de creación mediante fluidos no-newtonianos, debemos entenderlos como cambios constantes de estado de la materia cuando actúa la vibración sobre el material. Es decir, cuando las masas viscosas están en reposo (sin que actúe un tono), adoptan una consistencia dura, similar al plástico. Es precisamente cuando el tono entra en resonancia sobre el material, cuando adopta de nuevo la característica de un fluido y se comporta como tal. Este efecto, lo podemos observar en la creación de determinadas estructuras, que se generan sobre pequeñas masas depositadas sobre una membrana.

En el instante que aparecen las formaciones de malla sobre la superficie de fluidos no-newtonianos (entre los 30-300Hz), podemos utilizar los niveles de amplitud para generar estructuras verticales de carácter orgánico. Estas formaciones se desplazan por la superficie en movimientos danzantes y sinuosos hasta encontrar puntos en los que la oscilación es menor y se desvanecen. Cuando la resonancia es muy elevada, estas formaciones salen eyectadas con gran velocidad en todas las direcciones y adquieren la propiedad de levitación.

Figura 26. Fluidos no-newtonianos generando eyecciones de masa sobre membranas y replegándose sobre si mismo en un efecto muy común de aglutinamiento. Imágenes del autor.

Si seguimos aumentando el rango de frecuencias entre los 100hz y los 300hz, podremos observar de forma muy clara el efecto de transición que adquieren los fluidos no-newtonianos en el que pasan de estado líquido a sólido y viceversa. Si se aumenta el nivel de amplitud las ondas se deforman y el fluido entra en un estado resonante, en el que los puntos nodales se transforman en eyecciones de gran formato del fluido.

Figura 27. Procesos de máxima amplitud de un tono sobre una plancha de cobre y como aparecen las masas en eyección y las formaciones regulares. Imágenes del autor.

Ondas Sonoras de Propagación Rítmica Sobre Fluidos No-Newtonianos

Cuando hablamos de propagación rítmica sobre fluidos no-newtonianos, estamos hablando de procesos armónicos de oscilación contenidos en el interior de un recipiente (el mismo proceso estudiado anteriormente sobre fluidos newtonianos). No obstante hay que remarcar que las propiedades específicas de este material, generarán un comportamiento especial. Como hemos visto en el caso de las oscilaciones sobre membranas y planchas, los fluidos no-newtonianos (debido a su viscosidad y la tensión ejercida por los tonos que se aplican), generarán estructuras de carácter tridimensional. Es decir si utilizamos un tono de 10Hz en el interior de una bañera de vibración circular, la estructura generada adquirirá un carácter tridimensional mucho más complejo que el obtenido mediante fluidos normales.

Naturalmente en la realización de este tipo de experimentos, influyen muchas variantes que dificultan la estandarización del proceso. Tanto la densidad del fluido no-newtoniano, como la forma, el tamaño de la bañera de vibración y la cantidad del fluido utilizados, son variables que determinan muchas de las figuras de creación en el desarrollo de las fases de oscilación.

Figura 28. Fluidos no-newtonianos contenidos en una bañera de vibración circular que generan estructuras geométricas en 3 dimensiones. Imágenes del autor.

Durante estos procesos de oscilación nacen formaciones más complejas cuando aumentamos el rango de frecuencias entre los 10hz-30Hz. Encontraremos estructuras nodales geométricas bien definidas que se mostrarán en tres dimensiones. Estas estructuras podrán ser observadas mediante dos tipos de luz bien diferenciados. Si utilizamos un haz de luz estroboscópico, se mostrarán las estructuras de formación. Mientras que mediante la luz normal, además de observarse las estructuras en tres dimensiones también podremos observar la formación de líneas nodales (líneas de luz).

La formación de estas estructuras tridimensionales viene precedida por el tono y la amplitud. En un mismo tono podemos encontrar varias estructuras diferenciadas si variamos los niveles de amplitud. Si sobrepasamos un nivel crítico en la amplitud, en casi todos los tonos, el exceso de resonancia provocará que el contenido del interior de la bañera de vibración se desborde por los costados del recipiente.

Cuando las frecuencias sobrepasan los 25-30Hz, comienzan a aparecer únicamente estructuras de malla con nodos de gran tamaño, que adquieren determinadas formas, según el tono. Si seguimos aumentando el rango de frecuencia observaremos cómo entre los 30Hz y los 100Hz, siguen apareciendo estructuras de malla con los nodos cada vez más reducidos. En el transcurso comprendido entre los 100Hz y los 300Hz, observaremos la complejidad con la que nos enfrentamos a la hora de generar estructuras de malla. Ni el aumento masivo de los niveles de amplitud ni del tono, permitirán generar ningún tipo de formaciones. Únicamente, aparecerán en frecuencias determinadas, algunas estructuras de diminuto tamaño que se situarán en los puntos de más elevada resonancia.

Procesos Sonoros Sobre Fluidos en el Contexto Artístico Contemporáneo

Es en la creación contemporánea, donde afloran todas las virtudes y capacidades creativas de la cimática como una herramienta en la creación artística. La variedad creativa que hemos ido observando en los procesos de resonancia sobre fluidos, dará rienda suelta a la capacidad creativa de cada artista con el fin de generar discursos plásticos, que requerirán del uso combinado del sonido sobre estos materiales.

El amplio ventanal de posibilidades creativas (de desarrollo personal), limita la adecuación de la cimática a una o varias técnicas concretas de desarrollo para la creación de piezas de carácter artístico. El uso del sonido sobre fluidos

contenidos, puede generar instalaciones sonoras en las que se crean estructuras geométricas debido al efecto de la propagación rítmica de las ondas. Artistas como Mikel Arce, Nicolai Carsten y el propio autor del artículo, hemos desarrollado instalaciones en las que el sonido generaba ondas sobre fluidos contenidos en bañeras de vibración y se han presentado en destacados centros de arte, museos y galerías del contexto nacional e internacional.

Cuando observamos el círculo del arte contemporáneo actual, apreciaremos cómo artistas de alrededor de todo el mundo, empiezan a mostrar su interés por el desarrollo de piezas mediante fenómenos cimáticos. Desde el punto de vista de la experimentación y la creación, podemos encontrar en plataformas audiovisuales como Youtube o Vimeo, muchos vídeos y creaciones de carácter experimental, con experiencias cimáticas a nivel amateur. No obstante, entre los creadores profesionales también se está llevando a cabo una aplicación de estos procesos, para generar obras en las que el propio sonido, interviene de forma activa en la creación de estructuras.

En este apartado presentaremos a los artistas más representativos (tanto en el ámbito artístico nacional como internacional), que han desarrollado su trabajo incorporando la aplicación de procesos sonoros sobre fluidos en su discurso plástico. Analizaremos las obras de Mikel Arce y Nicolai Carsten, debido a la relevancia e importancia de sus trabajos.

*Figura 29. *Wav. (Arce, 2004). Imagen de Mikel Arce.*

El primer artista en incorporar la utilización de procesos cimáticos sobre fluidos en el contexto del arte Español, es Mikel Arce con su obra **Wav* (Arce, 2004). Esta instalación sonora trata de cambiar el proceso de audición por el de sensación. El espectador puede observar el ordenamiento de cuatro frecuencias 30, 50, 70 y 90 hercios, que se hacen visibles como patrones de formación de malla sobre la superficie del agua contenida en 4 planchas que actúan como contenedores. La relación del cambio de los procesos audibles con los procesos visibles, interactúa constantemente en esta instalación de carácter minimalista en la que el agua se convierte en el elemento creador.

No obstante el artista más influyente en la relación con el sonido y su trabajo sobre fluidos, es el Alemán Nicolai Carsten. Artista multidisciplinar nacido en 1965 en Alemania, intenta plasmar en su trabajo un enfoque influenciado por los sistemas de referencia científicos y el mundo de los patrones matemáticos (redes/códigos) utilizando el sonido en muchas de sus piezas. Carsten, ha participado en importantes ferias internacionales como Documenta X y la IL y L Bienal de Venecia. Realiza exposiciones regularmente en la Neue National galerie en Berlín y en el Haus Konstruktiv, Zurich. En sus trabajos aparecen procesos experimentales con el sonido, para crear su propio código de signos, símbolos acústicos y visuales. Ha presentado sus piezas audiovisuales en los museos Solomon R. Guggenheim Museum de Nueva York, San Francisco Museum of Modern Art, el centro Pompidou de París, Kunsthaus Graz o la Tate Modern de Londres.

Una de las primeras obras que muestra una relación directa entre sonido y fluidos, es *Antem* del año 1999, en la que las vibraciones ejercidas por el sonido crean en el interior de jarrones de cristal que contienen agua, estructuras de onda mediante el uso de bajas frecuencias. Aunque en su dilatada carrera, solamente realizara varias piezas mediante procesos cimáticos, su trabajo servirá de influencia a muchos otros artistas. Algunas de sus piezas generadas mediante procesos cimáticos en el año 2000 son *Antem*, *Milch* y *Frozen watter*. En el año 2001 crea *wellenwanne*, su última creación en la que genera mediante procesos cimáticos creaciones sobre la materia. La obra *Antem* de Carsten, es una instalación sonora presentada en la Bienal de Liverpool 1999. El proyecto está enmarcado en los antecedentes históricos de Liverpool y presenta una intensa exploración del entorno humano. Las vibraciones físicas del sonido afectan a las personas y a los objetos que están en una habitación. Mediante el uso de las vibraciones, se hacen visibles (en el interior de dos frascos de vidrio llenos de agua, que reciben el tono de una onda sinusoidal que es emitida por nueve altavoces integrados en el suelo de la habitación),

patrones de malla sobre la superficie de los fluidos. El sonido viaja a través del suelo y la vibración se propaga sobre la superficie de agua contenida en los matraces.

Milch (London, 2013), es una obra basada en la leche y una serie de experimentos, que examinan la relación entre el orden y el desorden, por medio de una superficie de un líquido que se encuentra bajo la influencia de diferentes frecuencias. El fluido es expuesto a las ondas sinusoidales que van de 10 a 150 Hz.

Figura 30. Antem y Wellname, obras de Carsten mediante resonancia de fluidos. Nicolai Carsten.

Durante los meses de Noviembre y Diciembre de 2013 se presentó en la Fundación Tàpies de Barcelona, mi trabajo *Pulsar*. Una pieza diseñada para 8 altavoces y planificada para un espacio concreto (tanto de la galería ATM de Gijón como la Fundació Tàpies de Barcelona). *Pulsar* enfrenta un vídeo (sin audio), en el que se generan estructuras nodales de formación geométrica sobre fluidos, con una instalación sonora que alberga ocho altavoces, en los que a partir de sonidos de diferentes púlsares (estrellas de neutrones que generan pulsos electromagnéticos en forma de frecuencias de radio,) se establece un diálogo entre audición y sensación sonora, y juega con la relación visual-sonora que se muestra en el interior de cada uno de los altavoces que contienen una bañera de vibración con un fluido, sobre el que se generan estructuras visuales gracias a la interacción del sonido y el fluido.

Figura 31. Pulsar de Ferran Lega, en la fundación Tàpies de Barcelona, en 2013. Imágenes del autor.

El espectador se enfrenta a una pieza donde el sonido provoca una sensación de resonancia en el espectador que puede disfrutar la pieza desde diferentes vertientes. Aparece la estética visual, la creación escultórica desde la sonoridad de un espacio a través de la resonancia y la aparición de estructuras visuales generadas mediante el sonido que cambian según diferentes parámetros.

Conclusiones

Cuando hablábamos hasta hace pocos años de los procesos cimáticos en general, estos siempre se acotaban a los diferentes y más comunes campos de actuación del fenómeno físico, es decir, a su estudio en el terreno de la acústica experimental, las matemáticas y la física aplicada. Este artículo pretende presentar las capacidades artísticas para contextualizar y enfocar los fenómenos sonoros sobre fluidos, desde un punto de vista audio-visual y artístico. Parece paradójico, que la investigación de un fenómeno que se encarga del estudio de las representaciones visuales de las ondas del sonido y los fenómenos periódicos de vibración sobre la materia, nunca haya sido estudiado hasta la actualidad, bajo la perspectiva de un artista. Por ello, la motivación principal de esta investigación es la búsqueda de posibles aplicaciones en forma de técnicas o herramientas que permitan su implantación y aplicación, en diferentes disciplinas y campos del contexto artístico contemporáneo.

El objetivo de contextualizar la cimática en el ámbito artístico, ha obligado a una minuciosa revisión de la fuente del fenómeno enfocado hacia el sonido y las ondas que lo componen, como un elemento generador capaz de crear desde la más pura abstracción una realidad tangible sobre la materia. Durante esta búsqueda, aparecerá el concepto del sonido y lo sonoro, como un medio creador y de influencia en antiguos mitos, culturas, símbolos y obras de arte la antigüedad.

La investigación sobre la relación entre procesos cimáticos y la capacidad de creación en símbolos y obras de arte en el pasado, demuestra y revela una influencia directa del sonido como fuente de inspiración ya en tiempos remotos. Si desde el presente, somos capaces de comprender que mediante un primitivo uso de la cimática, culturas ancestrales han sido capaces de generar simbología y arte (ya sea por mimetización o influencia directa), adquiere más sentido su estudio y utilización en el presente, en un momento en el que la aparición de nuevas tecnologías y las relaciones entre el arte y la ciencia, se hacen imprescindibles en la creación contemporánea.

Considerando los resultados actuales obtenidos y su inclusión en el contexto artístico contemporáneo, podemos afirmar que hemos sido capaces de demostrar la viabilidad para el desarrollo de obras de arte mediante la utilización de procesos sonoros sobre fluidos. Revisando el mundo del arte en las dos últimas décadas (coincidiendo con la masificación de internet y la interacción de disciplinas por parte de artistas e investigadores), advertimos una buena muestra de la utilización por parte de artistas de prestigio Internacional como el Dr. Mikel Arce, Nicolai Carsten, Sachiko Kodama, Lisa Park, etc.

Figura 32. Instalación sonora, Pulsar en la galería ATM Contemporary de Gijón. Fotografía de uno de los procesos de Pulsar. Imágenes del autor.

Finalmente, la presentación de mi propio trabajo (generadas mediante procesos sonoros con fluidos), en distintos festivales de arte sonoro, galerías de arte y centros de arte contemporáneo de prestigio internacional como la Fundació Antoni Tàpies de Barcelona, la Beca Sala d'art Jove y la galería ATM Contemporary de Gijón, no hacen más que validar la hipótesis inicial planteada, sobre la idoneidad y funcionalidad de la cimática y los procesos sonoros sobre fluidos para generar piezas de calidad que tienen cabida en el circuito artístico contemporáneo.

Notas

¹ El término Cimática, es una adaptación al español de la palabra de origen inglés Cymatics, que a su vez evolucionó del vocablo germano Kymatics, acuñado por el Dr. Hans Jenny ([Jenny, 2001](#)). La raíz etimológica de la palabra procede originalmente de la forma griega κύμα, que significa onda. No obstante, el registro histórico indica que anteriormente a la década de 1950, para describir el fenómeno podemos encontrar como referencias, la creación de figuras Chladni a principios del siglo XIX ([Chladni, 1809](#)), Crispations en el siglo XIX ([Watts, 1904](#)) y finalmente fenómeno de formación nodal en la primera mitad del siglo XX.

² El más famoso mito de Orfeo, narra su descenso al inframundo para rescatar a Eurídice, su esposa fallecida. Mediante el uso de su lira de nueve cuerdas, conmueve a dioses y ninfas que le ayudan en su plan de rescate.

³ Las bañeras de vibración son recipientes y contenedores de forma cuadrada, circular, rectangular o en forma de cuenco en los que se depositan los fluidos y sobre los que se transmite la resonancia sonora.

⁴ Se denominan estructuras de malla o de rejilla, a formaciones específicas sobre fluidos que forman patrones en forma de retículas, mallas y entramados que pueden mantenerse fijos sobre la superficie (ondas estacionarias), o que pueden adquirir movimiento sobre la superficie (patrones móviles).

Referencias

- Berendt, J. (1987). *The world is Sound. Nada Brahma*. Vermont, Rochester, Destiny Books
- Chladni, E. (1809). *Traité d'acoustique*. París. Chez Coucier
- Jenny, H. (2001). *Cymatics*. Newmarket, USA. Macromedia Publishing
- Lauterwasser, A. (2001). *Water Sound Images*. Newmarket, USA. Macromedia Publishing
- London, B. (2013). *SOUNDINGS, A Contemporary Score*. New York, MOMA
- Schwenck, T. (1988). *El caos Sensible*. Madrid. Editorial Rudolf Steiner
- Terwagne, D. & Bush, J. (2010). The Tybetan singing bowl. *Université de Liege Belgium and MIT, Cambridge, USA*. Recuperado de http://arxiv.gov/PS_cache/archiv/pdf/1010/1010.3193v1.pdf
- Watts, M. (1904). *The Eidophone voice figures*. London. Christian Herald Company
- Zimmer, H. (1995). *Mitos y símbolos de la India*. Madrid. Editorial Siruela

Ferran Lega Lladós: Universidad de Barcelona.

Contact Address: Facultad de Bellas Artes. Universidad de Barcelona.
c/ Pau Gargallo 4, 08028 Barcelona (España).

E-mail address: ferranlega@gmail.com