

**TIME IS OVER: UNA PROPUESTA
AUDIOVISUAL BASADA EN LA
LECTURA Y SONIFICACIÓN DE
DATOS.**

JOSÉ LUIS SÁNCHEZ



Time is Over: una propuesta audiovisual basada en la lectura y sonificación de datos.

José Luis Sánchez

INDICE

1. SONIFICACIÓN DE DATOS.....	2
1.1. GENERALIDADES.....	2
1.2. PROCEDIMIENTOS.....	5
1.2.1. <i>Audificación o tratamiento continuo</i>	6
1.2.2. <i>La sonification mapping o tratamiento paramétrico</i>	6
1.2.3. <i>Sonificación basada en modelos (MBS)</i>	7
2. SISTEMAS Y DISPOSITIVOS PARA LA SONIFICACIÓN DE DATOS CON FINES ARTÍSTICOS. .7	7
2.1. MUSICALGORITHMS.....	7
2.2. DATASCAPR.....	9
2.3. SONART.....	10
2.4. CV.JIT (COMPUTER VISION FOR JITTER)	12
2.2.1. <i>Estadísticas</i>	13
2.2.2. <i>Análisis de movimiento</i>	14
2.2.3. <i>Imágenes Binarias</i>	14
2.2.4. <i>Segmentación de imagen</i>	14
2.2.5. <i>Análisis de formas</i>	15
2.2.6. <i>Miscelanea</i>	16
2.2.7. <i>Dibujo y visualización</i>	16
3. ALGUNAS OBRAS BASADAS EN LA SONIFICACIÓN DE DATOS.....	17
3.1. JEAN-MARC PELLETIER: OBRAS AUDIOVISUALES.....	17
3.2. CARLA SCALETTI.....	19
3.3. SAMUEL VAN RANSBEECK	21

4.	<i>TIME IS OVER.</i>	22
4.1.	PLANTEAMIENTO Y PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO.	22
4.2.	RECURSOS.	26
4.2.1.	<i>Materiales.</i>	26
4.2.2.	<i>Software.</i>	26
4.3.	ESTRUCTURA Y PROCEDIMIENTOS EMPLEADOS.	27
4.3.1.	<i>Primera Sección.</i>	28
4.3.2.	<i>Segunda Sección.</i>	29
4.3.3.	<i>Tercera Sección.</i>	30
4.3.4.	<i>Cuarta Sección.</i>	31
5.	CONCLUSIONES.	34
	BIBLIOGRAFÍA.	36
	ANEXO.	37



Pero ¿qué es propiamente el aura? Una trama muy especial de espacio y tiempo: la irrepetible aparición de una lejanía, por cerca que pueda encontrarse. En un mediodía de verano, seguir con toda calma el perfil de una cordillera en el horizonte o una rama que proyecta su sombra sobre quien la contempla, hasta que el momento o la hora llegan a formar parte de su aparición, esto significa respirar el aura de esas montañas, de esa rama¹.

¹ Walter BENJAMIN: *Pequeña historia de la fotografía*.



***Time is Over*: una propuesta audiovisual basada en la lectura y sonificación de datos.**

José Luis Sánchez

Introducción.

El movimiento y el sonido están estrechamente relacionados en el mundo real, pero no siempre en las propuestas artísticas audiovisuales que se presentan como sistemas interactivos.

Los sistemas y proyectos artísticos aportados en este trabajo tienen la finalidad de mostrarnos una panorámica que aporte claridad para considerar el arte de la sonificación dentro del contexto más amplio de la composición y del arte en general. La visión general y heterogénea de los trabajos seleccionados tiene por objeto centrarse en el estudio de las técnicas y prácticas actuales que utilizan la sonificación de datos como un elemento constitutivo de su planteamiento, quedando en un segundo plano la procedencia y utilidad de los datos a sonificar.

En la segunda parte de este trabajo se analiza *Time is over* (2017), una composición audiovisual basada en la sonificación de los datos aportados por imágenes de video. En esta propuesta la finalidad de los datos no es el de comprenderlos que, como veremos en la mayor parte de las definiciones, es el principal propósito de la sonificación, sino utilizarlos como un medio para alcanzar un fin, que en este caso consiste en establecer relaciones entre las transformaciones de las imágenes y las fluctuaciones sonoras. Corresponde al compositor diseñar e implementar el sistema adecuado (de lectura de los datos y de creación de sonido) capaz de establecer estos vínculos, para crear una dramaturgia entre lo sonoro y lo visual.

Parte de este artículo pertenece al Trabajo Fin de Máster en composición electroacústica realizado por José Luis Sánchez y dirigido por Alberto Bernal en el Centro Superior Katarina Gurska en 2017, en el que se investiga sobre la sonificación de datos y sobre las propuestas artísticas que utilizan la sonificación de datos como principal procedimiento compositivo.

1. SONIFICACIÓN DE DATOS.

1.1. Generalidades.

En un sentido amplio, la sonificación es un proceso por el cual, mediante algún tipo de procedimiento, un conjunto de datos que no pertenecen al campo sonoro son transformados en sonido. Este proceso puede efectuarse de maneras distintas, y depende del procedimiento o sistema implementado para la sonificación, de la procedencia y tipo de los datos elegidos para ser sonificados, y de la finalidad que van a tener estos una vez queden convertidos en sonido. Dada la amplia gama de posibilidades de datos, los proyectos de sonificación son de naturaleza multidisciplinar y combinan aspectos de las artes musicales, visuales y las ciencias naturales para crear composiciones musicales interesantes a partir de datos que proceden de cualquier campo (figura 1).



Figura 1. Círculo multidisciplinar de la Sonificación. El perímetro exterior representa las transformaciones de la información durante el ciclo de uso, el círculo interior enumera las disciplinas científicas asociadas. Seguramente este diagrama está incompleto y sólo ilustra la enorme interdisciplinariedad del campo².

Esta definición general de la sonificación es matizada por diversos investigadores que se han ocupado del tema y, en cierta medida, las especificaciones están determinadas por la finalidad, el punto de vista y el enfoque de la investigación.

² Hermann, Hunt, Neuhoff: *The Sonification Handbook* (Berlin: Logos Verlag, 2011), 2.



The Sonification Handbook determina que la sonificación es una categoría más de “auditory display” en la que se utiliza audio que no es la voz hablada para representar información. Este proceso depende de los datos y debe ser una transformación sistemática, objetiva y reproducible³. La sonificación, por tanto, busca traducir relaciones de datos o información en sonido(s) que aprovechen las capacidades perceptivas auditivas de los seres humanos de tal manera que las relaciones de datos sean comprensibles. Este enfoque determina por tanto que la sonificación debe permitir establecer una conexión lo más intuitiva posible entre el tipo de dato y su transformación, para reconocer toda la información que se pretende obtener revelando patrones, tendencias, cotejando discontinuidades en una progresión, etc.

Thomas Hermann⁴, a partir de sus definiciones, establece dos requisitos para que un sonido pueda ser considerado como un producto de la sonificación:

1. El sonido debe ser sintetizado a partir de los datos del dominio en estudio del que proceden.
2. La intención de generar el sonido es aprender algo sobre los datos escuchándolo: El sonido sólo se considera como el medio de comunicación.

En esta tesis, cualquier sonido que cumpla estos requisitos se denomina sonificación.

Barrass⁵ desarrolló el concepto de diseño de la información auditiva. Considerando la relevancia de la tarea (comprensión, interpretación o comunicación) para el diseño de una presentación auditiva, define el diseño de la información auditiva como un diseño de sonidos para apoyar una actividad de procesamiento de información, centrándose en la tarea específica como interpretar, comprender o comunicar las relaciones en los datos.

Para Alberto de Campo, la investigación de la sonificación aborda un problema que es inverso a lo que estudia la psicoacústica. De Campo afirma que en lugar de cuestionarnos cómo percibimos los mundos sonoros existentes, la cuestión en el dominio

³ Hermann, Hunt, Neuhoff. *The Sonification Handbook* (Berlin: Logos Verlag, 2011), 10-11.

⁴ Thomas HERMANN: *Sonification for exploratory data analysis*, 23.

⁵ S. BARRASS: *Auditory information desing*, 30.





de la sonificación es cómo crear un mundo de sonidos que puedan comunicar significado por agregados de corrientes finamente diferenciadas de eventos sonoros⁶.

Para la compositora y sonificadora de datos Carla Scaletti, la sonificación de datos y la música como obra de arte tienen diferentes objetivos. La sonificación de datos tiene como objetivo descubrir algo sobre el fenómeno original que produjo los datos, y afirma que en la sonificación de datos no tiene importancia que el fenómeno sea transmitido por el sonido en sí, ya que el objetivo es escuchar la estructura subyacente para entenderla, mientras que para la música, el objetivo es que el receptor sea consciente del sonido⁷.

Carla Scaletti define la sonificación de datos como un mapeo a partir de los datos generados por un modelo que son capturados en un experimento o recogidos por observación, a uno o más parámetros de una señal de audio o un modelo de síntesis de sonido con el propósito de comprender mejor, comunicar o razonar sobre el modelo original, experimento o sistema. Aunque la sonificación de datos comparte técnicas y materiales con la música basada en datos, es responsabilidad de los profesionales del sonido y de la sonificación de datos mantener una distinción entre los dos campos⁸.

El ICAD⁹ (International Community for Auditory Display) es sin duda una de las fuentes más amplias de información sobre sonificación. Es un foro para presentar investigaciones sobre el uso del sonido para mostrar datos, monitorear sistemas y proporcionar interfaces de usuario mejoradas para computadoras y sistemas de realidad virtual. Las convocatorias empezaron en 1992 y siguen realizándose hoy día. No fue hasta el año 2001, y sobre todo en 2002 (10 años después de la primera edición) cuando se introdujo una sección dedicada específicamente al arte. Ese año se abrió la posibilidad a presentaciones que hablaran de la importancia de la estética en la sonificación. En ediciones posteriores, se presentaron composiciones musicales (*Music from the Ocean*, Bob Sturm, 2002), se habló de sonificaciones con estructura musical (*Maria Barra*, 2001), se realizaron instalaciones sonoras (*Atmospherics/weatherworks*, Andrea Pollis, 2002), e incluso sonificaciones más conceptuales (*Guernica*, Guillaume Potard, 2006). A partir de este momento quedó claro que estética y funcionalidad no son independientes. En los

⁶ De CAMPO: *Science by Ear. An Interdisciplinary Approach to Sonifying Scientific Data*, 20-23.

⁷ Carolyn BEANS: *Musicians join scientists to explore data through sound*, 2-3.

⁸ Alex MCLEAN and Roger DEAN: *Sonification ≠ music*.

⁹ ICAD 2006 @ Queen Mary, University of London [Internet]. Disponible en: <http://cogsci.eecs.qmul.ac.uk/oldpages/icad2006/proceedings/concert/index.html>.



años siguientes, se realizaron conciertos abiertos al público en los que las piezas presentadas se basaban en la sonificación de datos. Hay que resaltar aquí –más que la valoración artística de los resultados– el hecho de que la estética, el arte o el diseño sonoro se haya visto como una necesidad imperativa, imprescindible para poder comunicar y transmitir mejor lo que se pretende, aunque nos encontremos en el terreno científico.

1.2. Procedimientos.

El número de procedimientos utilizados por el sistema implementado para la sonificación de los datos se pueden reducir a tres según Alberto de Campo, dependiendo de la técnica utilizada y de las propiedades de los datos que van a ser sonificados:

1. La audificación o tratamiento continuo.
2. La *sonification mapping* o tratamiento paramétrico.
3. La técnica de modelado o sonificación basada en modelos (MBS).

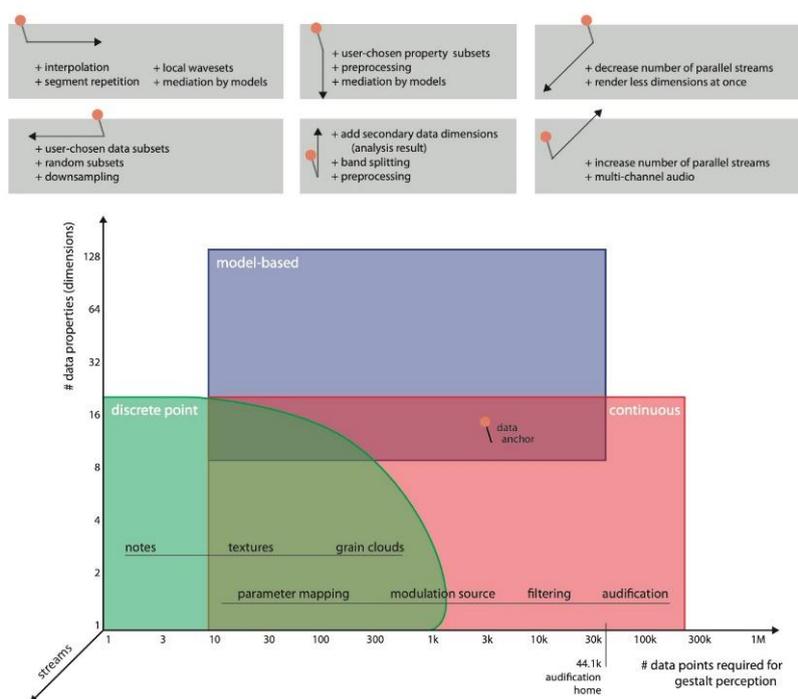


Figura 2. Mapa del plan de diseño de la sonificación¹⁰.

¹⁰ Bovermann, Rohrhuber, de Campo. *The Sonification Handbook* (Berlin: Logos Verlag GmbH. 2011), 252.



1.2.1. Audificación o tratamiento continuo.

La audificación es la forma más directa de la conversión. Las mediciones de datos se realizan a través de un altavoz audible directamente después de su conversión de digital a modo analógico. La velocidad de reproducción sería la principal variable.

Continuo hace referencia a que se dispone de un gran flujo de datos (que se convierten en un archivo de sonido) escalándolos y normalizándolos, pero sin alterar su forma. Este proceso se llama audificación, esto es, convertir los datos directamente a sonido. Si el archivo de audio tiene una frecuencia de muestreo de 44.100 Hz, se necesitan 44.100 valores para obtener un segundo de sonido. Un ejemplo sería una onda electromagnética, que tiene una frecuencia del orden de los GHz o más (miles de millones de Hz). Si capturamos la onda y le cambiamos la frecuencia a un rango audible y normalizamos los valores entre menos uno y uno, obtendremos el sonido de la onda.

1.2.2. La *sonification mapping* o tratamiento paramétrico.

Por mapeo entendemos la traducción de información de parámetros distintos, que por su cualidad informática están representados en números, pero que en su salida representan diferentes campos de acción. Es decir, una frecuencia es representada en un número que puede ser traducido a un canal de color RGB. Ambos son representados en números, pero sus rangos son distintos. Aplicando una técnica de mapeo podemos transponer el rango de frecuencia del oído humano –20 a 20,000 Hz– a un canal de color del sistema RGB –0 a 255–. Esto es sencillo dado que dentro de la computadora estos números tienen el mismo comportamiento y son fácilmente escalables, toman sentido de ser frecuencia o color solo en su salida.

Si se disponen de menos datos, no continuos sino discretos, se pueden mapear estos valores a algunas de las propiedades de una onda portadora. Por ejemplo, si disponemos de los registros diarios de la luminosidad de la luna, pongamos un valor por día, en un año tendremos 365 valores. En este caso podemos pensar en traducir estos datos a un valor de frecuencia, y modular con ellos la frecuencia de una onda sinusoidal. Existen una gran cantidad de técnicas de síntesis de sonido que admiten diferentes parámetros de control con los que modificar el sonido resultante, lo que abre un sinnúmero de posibilidades



sonoras. La diferencia importante de este método respecto al anterior, es que en el primero el timbre del sonido venía dado por los datos mismos, mientras que aquí se tiene que elegir qué parámetro y qué tipo de síntesis se va a usar, y por lo tanto el resultado final dependerá en mayor medida de decisiones arbitrarias.

1.2.3. Sonificación basada en modelos (MBS).

El método de sonificación basado en modelos (MBS) desarrollado por Thomas Hermann (Microinformática en la Universidad de Bielefeld, Alemania) permite mayor complejidad sonora con parámetros ajustables que al mismo tiempo utilizan como parámetro el propio desarrollo del sistema (la evolución temporal).

En el Modelado, los datos se usan para diseñar un modelo informático que va a reflejar la naturaleza del fenómeno medido. Este modelo puede ser usado después como si fuera un instrumento musical, es decir, interaccionando con él a través de sus propiedades. Por ejemplo, los datos pueden determinar algunos valores según el tipo de síntesis usado, pongamos por caso el número de armónicos y la envolvente de una onda, mientras que el intérprete/usuario puede cambiar la frecuencia y la amplitud del sonido, explorando de esta manera el comportamiento del modelo. En este caso la cualidad del sonido o su timbre vendrá determinado por los datos pero será necesario interactuar con él para generar sonido. El modelo también podría ser activado por otro algoritmo (en vez de por una persona) alimentado a su vez por otro conjunto de datos, con lo que se obtendría un sistema híbrido Modelado-Paramétrico.

2. SISTEMAS Y DISPOSITIVOS PARA LA SONIFICACIÓN DE DATOS CON FINES ARTÍSTICOS.

2.1. Musicalgorithms.

MusicAlgorithms¹¹ es un dispositivo online diseñado por Jonathan Middleton (2005) para crear música a partir de datos que son introducidos por el usuario.

¹¹ <http://www.musicalgorithms.org/>





El sistema consiste en un conjunto de algoritmos y herramientas interactivas que han sido diseñados para explorar la composición musical, el análisis y el aprendizaje interdisciplinar.

Este sitio web posee herramientas interactivas que proporcionan una experiencia de aprendizaje única para los usuarios, independientemente de su formación musical. Permite explorar la composición algorítmica y crear representaciones musicales de modelos para su interpretación y análisis auditivo. El proceso algorítmico se usa en un contexto creativo para que los usuarios puedan convertir secuencias de números en sonidos.

Los datos a sonificar deben tener la forma de una secuencia de números separados por comas, y el proceso de sonificación consta de 6 pasos:

1. Pitch Input. Introducción de los datos de partida (lo que va a ser sonificado).
2. Pitch Mapping. Mapeo de valores de los datos para que sean leídos como notas musicales; el rango por defecto del sistema es de 1 a 88 (las 88 teclas de un piano), aunque este puede ser modificado por el usuario. Un valor de 0 representa un silencio.
3. Duration Input. Cada valor del conjunto de datos recibe un número que representa un período de tiempo. Un número más alto reproducirá la nota respectiva durante un período de tiempo más largo.
4. Duration Mapping. Mapeo de valores de duración para que sean leídos como rango de duraciones, cada uno de los cuales se asocia con los valores del Pitch Mapping.
5. Scale Options. Ajuste de salida de asignación de alturas para que se ajuste a una escala musical determinada.
6. Play. Escucha de la sonificación. Aquí es posible cambiar el tempo, el timbre y exportar el resultado como archivo MIDI.



2.2. DataScapR.

DataScapR¹² es una herramienta realizada con Max/MSP por Samuel Van Ransbeeck para la sonificación de datos que provienen del mercado bursátil. Su naturaleza modular permite al usuario extender los patches como desee. El sistema consta de cinco módulos: obtención de datos, lectura de datos, mapeo, salida VST o MIDI y creación de partituras (figura 3).

El propósito de esta herramienta es ofrecer a compositores interesados en la sonificación de datos, la posibilidad de utilizar como fuente datos del mercado de valores para implementar procesos y materiales musicales de una manera sencilla. Según el propio Van Ransbeeck, DataScapR no es una herramienta para el análisis e interpretación de lo que sucede en los mercados, sino que ha de ser vista como un útil compositivo con el que se pueden obtener resultados musicales inesperados, que no se obtendrían con otros enfoques compositivos¹³. Por tanto, es evidente la intención artística del dispositivo, que permite que los materiales se transformen en algo completamente conectado, aunque aparentemente distante de la fuente.

El sistema permite al usuario utilizar tanto datos históricos como datos en tiempo real para crear material musical o para impulsar una gran variedad de procesos musicales. La aplicación contiene además un módulo de aplicación que permite crear partituras a partir del mapeo de los datos introducidos para su posterior utilización en distintas aplicaciones. Los datos mapeados se pueden usar para controlar instrumentos VST o MIDI, de hecho, y para no condicionar estilísticamente al usuario, los módulos sonoros están omitidos del sistema intencionadamente. Los módulos tienen muchos elementos comunes pero sus propósitos distintivos hacen necesario separarlos en diferentes partes (figura 3).

¹² <https://datascapr.wordpress.com/>.

¹³ Samuel Van RANSBEECK: *Composition with complex data: a contribution on the mapping problem through practice-based research*. 1-2.



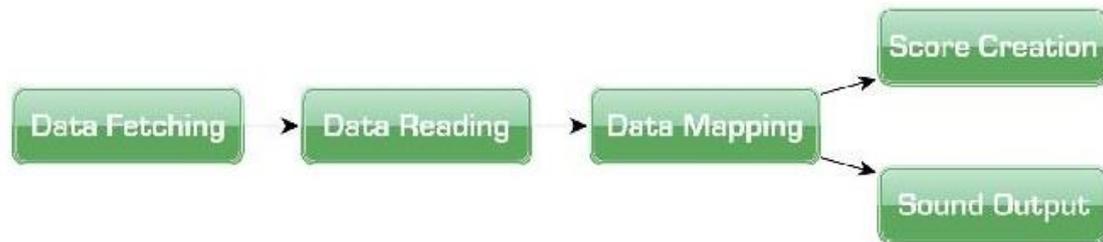


Figura 3. DataScapR: Los 5 módulos permiten al usuario seguir una ruta lógica desde la obtención de datos hasta el artefacto que suena¹⁴.

Los parámetros de mapeo pueden llegar a obtener 53 puntos de datos por acción en los datos en tiempo real, mientras que con datos históricos obtiene 8 puntos de datos por acción (precio de apertura, precio de cierre, etc.).

Como parte del desarrollo de DataScapR, el autor ha creado varios proyectos con él como Vapourwaves y 4D Brokers. En la actualidad, el autor está adaptando DataScapR para ser utilizado con datos urbanos como consumo de energía y datos de tránsito.

2.3. SonART.

SonART¹⁵ es una aplicación desarrollada en un entorno multimedia flexible y polivalente. El sistema permite la interacción colaborativa en red (figura 4) con aplicaciones para el arte, la ciencia y la industria. SonART proporciona un marco abierto para la integración de potentes métodos de procesamiento de imagen y audio con un protocolo de comunicaciones de red flexible. Los datos de las imágenes se pueden usar para el procesamiento de síntesis de audio y viceversa. Las aplicaciones incluyen arte multimedia, arte y diseño colaborativo e interactivo y exploración científica y diagnóstica de datos.

¹⁴ Samuel Van RANSBEECK: *Transforming the Stock Markets into Music using DataScapR*. 2.

¹⁵ Woon Seung YEO, Jonathan BERGER y Zune LEE: *SonART: A framework for data sonification, visualization and networked multimedia applications*. 1-2.

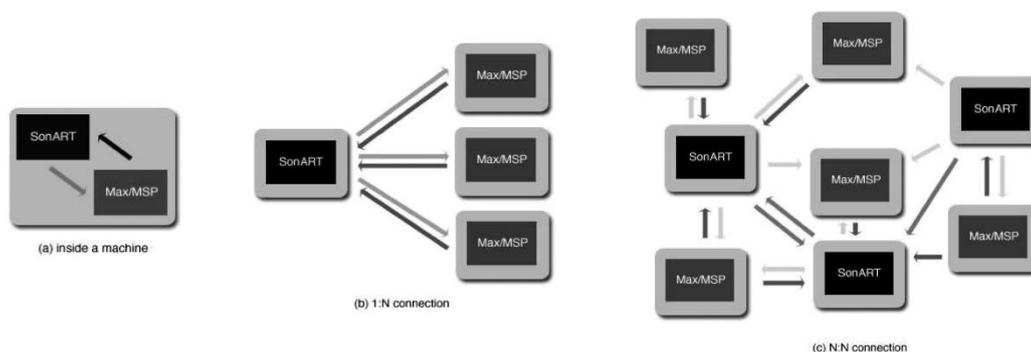


Figura 4. Flexibilidad de las intercomunicaciones en red entre una o más instancias de SonART y otros programas de procesamiento de imagen o audio habilitados para OSC¹⁶.

SonART posee una serie de herramientas para la sonificación de imágenes y datos. Además, las herramientas para integrar gráficos de imagen, audio digital y otros datos la convierten en una plataforma robusta para la interacción multimedia. Originalmente creado para la exploración y análisis de datos, el software también proporciona una poderosa herramienta para la creación multimedia a través de una red que facilita la creación interactiva en tiempo real, así como la exploración y manipulación de audio e imágenes. La funcionalidad del programa incluye la capacidad de cargar y dibujar imágenes en varias capas, y de enviar y recibir datos visuales y de control a y desde otros programas multimedia que admiten OSC.

Las características principales de SonART incluyen: visualización y procesamiento de imágenes, transmisión y recepción de datos para la generación y el procesamiento de sonido e imagen, sonificación de datos.

SonART incorpora un cuadro de mapeo de parámetros para pre-procesar datos para la visualización del sonido.

La sonificación se puede hacer directamente desde imágenes o desde datos vinculados a datos de imágenes. Por ejemplo, los valores RGB de una capa dada se pueden usar como parámetros de sonificación, o un píxel de imagen podría ser una referencia a un vector de datos en un conjunto de datos dado.

¹⁶ *Ibíd.* 2.



Datos como la ubicación de píxeles en las capas seleccionadas, los ajustes de opacidad, los valores RGB por píxel y por capa, etc. pueden transmitirse y recibirse desde y hacia un número arbitrario de conexiones de red usando OSC.

Los datos se pueden usar para la sonificación usando cualquier motor de procesamiento de audio o síntesis habilitado por OSC, o procesamiento de imágenes en otro host que ejecute una aplicación SonART por separado.

Se pueden recibir datos científicos, médicos, financieros u otros datos estadísticos de cualquier fuente en red para propósitos de sonificación y visualización directamente mapeados.

2.4. Cv.jit (computer vision for jitter)

Cv.jit¹⁷ (computer vision) no es un sistema o un dispositivo en sí para la sonificación de datos, sino que es una colección de herramientas-objetos de video y análisis de imagen, liberados por IBM e implementados en MaxMSP-Jitter por Jean Marc Pelletier.

Este proyecto proporciona external y abstracciones para ayudar a los usuarios en tareas tales como la segmentación de imágenes, reconocimiento de formas y gestos, seguimiento de movimientos, etc., y proporciona herramientas educativas que describen los fundamentos de las técnicas de visión por ordenador, por lo que resultan enormemente útiles para la sonificación de imágenes y video.

Jean-Marc Pelletier¹⁸ considera que hay una serie de ventajas al utilizar la sonificación de imágenes. Por ejemplo, ciertos tipos de patrones son más fáciles de captar por el oído que por el ojo y el uso de sonido para mostrar información no oscurece el campo de visión. Sin embargo, también hay interesantes posibilidades creativas para la sonificación. El arte puede ser pensado como la búsqueda de nuevas formas, y la traducción de formas de una dimensión a otra puede ser un método útil para lograr este propósito.

¹⁷ <http://jmpelletier.com/cvjit>.

¹⁸ J. M. PELLETIER: *Sonified Motion Flow Fields as a Means of Musical Expression*. 158.



Las imágenes y videos contienen grandes cantidades de datos de muy variada naturaleza. Utilizando pinceles o cámaras, se puede tratar de captar las formas y la belleza del mundo exterior. Utilizando las mismas herramientas y de la misma manera, pero en lugar del ojo, mostrando estas formas al oído, es posible explorar nuevas formas de apreciar y expresar su belleza.

Las imágenes en tiempo real de artistas escénicos, videos pregrabados y en vivo, así como datos más exóticos de sistemas de imágenes tales como termografía, matrices de sensores de presión, etc., pueden usarse como una fuente de datos para su sonificación. Los puntos funcionales se extraen de las imágenes candidatas, a partir de las cuales es posible calcular por ejemplo los campos de vectores de movimiento. Después, es posible realizar un mapeo utilizando alguna forma de procesamiento, y estos vectores de movimiento se pueden asignar de forma individual a los parámetros de síntesis de sonido. Las técnicas de síntesis adecuadas incluyen algoritmos granulares y microsónicos, síntesis aditiva y orquestación micro-polifónica. Finalmente hay que encontrar los enfoques creativos y artísticos adecuados.

Para terminar este apartado se ofrece el listado de objetos de Cv.jit de Jean-Marc Pelletier organizados en categorías, junto con una descripción de la función de cada uno de ellos¹⁹, ya que su conocimiento puede resultar de gran ayuda a la hora de decidir qué parte o acción de la imagen se desea sonificar.

2.2.1. Estadísticas.

- cv.jit.mean. Calcula el valor medio de una matriz a lo largo del tiempo.
- cv.jit.ravg. Calcula el promedio continuo de una matriz a lo largo del tiempo.
- cv.jit.sum. Suma todos los píxeles en un plano.
- cv.jit.variance. Estima la varianza de una matriz a lo largo del tiempo.
- cv.jit.stddev. Calcula la desviación estándar de una matriz a lo largo del tiempo.

¹⁹ <http://jmpelletier.com/cvjit>.



2.2.2. Análisis de movimiento.

- `cv.jit.opticalflow`. Calcula el flujo óptico utilizando varios algoritmos.
- `cv.jit.LKflow`. Calcula el flujo óptico utilizando la técnica de Lucas-Kanade.
- `cv.jit.HSflow`. Calcula el flujo óptico utilizando la técnica de Horn-Schunk.
- `cv.jit.track`. Realiza un seguimiento de la posición de hasta 255 píxeles individuales.
- `cv.jit.features2track`. Inicializa el objeto `cv.jit.track` a los píxeles más fáciles de rastrear.
- `cv.jit.framesub`. Diferencia entre cuadros consecutivos.
- `cv.jit.shift`. Seguimiento de región utilizando los algoritmos MeanShift y CAMShift.
- `cv.jit.touches`. Realiza un seguimiento de múltiples regiones a la vez. (Optimizado para interfaces multitáctiles).

2.2.3. Imágenes Binarias.

- `cv.jit.threshold`. Umbral adaptativo.
- `cv.it.canny`. Extrae los bordes binarios de una imagen en escala de grises.
- `cv.jit.binedge`. Devuelve solo los píxeles de borde.
- `cv.jit.dilate`. Enciende un píxel si al menos uno vecino está activado.
- `cv.jit.erode`. Elimina los píxeles del borde de una imagen.
- `cv.jit.open`. Erosionar seguido por dilatar.
- `cv.jit.close`. Dilatar seguido por erosionar.

2.2.4. Segmentación de imagen.

- `cv.jit.floodfill`. Aísla un solo componente conectado.
- `cv.jit.labe.l`. Da a cada componente conectado un valor único.
- `cv.jit.blobs.bounds`. Encuentra cuadros de delimitación para cada componente conectado.



- `cv.jit.blobs.centroids`. Encuentra el centro de masa para cada componente conectado.
- `cv.jit.blobs.direction`. Busca la dirección a la que apunta cada componente conectado.
- `cv.jit.blobs.elongation`. Calcula la elongación para cada componente conectado.
- `cv.jit.blobs.moments`. Calcula los momentos de inercia para cada componente conectado.
- `cv.jit.blobs.orientation`. Mide el ángulo del eje principal para cada componente conectado.
- `cv.jit.blobs.recon`. Lleva a cabo el reconocimiento de patrones en cada componente conectado.
- `cv.jit.blobs.sort`. Vuelve a organizar las etiquetas para que cada componente conectado mantenga lo mismo de cuadro a cuadro.

2.2.5. Análisis de formas.

- `cv.jit.mass`. Devuelve el número de píxeles distintos de cero.
- `cv.jit.centroids`. Calcula el centro de masa de una imagen.
- `cv.jit.moments`. Calcula varios descriptores de formas invariables.
- `cv.jit.orientation`. Calcula el eje principal de una forma.
- `cv.jit.direction`. Calcula la dirección a la que apunta una forma.
- `cv.jit.perimeter`. Cuenta el número de píxeles de borde.
- `cv.jit.elongation`. Estima cuán delgada es una forma.
- `cv.jit.circularity`. Estima cuán compacta es una forma.
- `cv.jit.undergrad`. Realiza un simple reconocimiento de patrones.
- `cv.jit.learn`. Realiza análisis de patrones y reconocimiento en una lista entrante.
- `cv.jit.faces`. Encuentra rostros humanos en una imagen.
- `cv.jit.features`. Encuentra áreas de alto contraste, (píxeles que son fáciles de seguir).
- `cv.jit.lines`. Encuentra líneas rectas.
- `cv.jit.hough`. Calcula el espacio Hough.



- `cv.jit.hough2lines`. Encuentra líneas rectas en el espacio Hough.
- `cv.jit.snake`. Ajusta una secuencia de puntos a los bordes de la imagen.

2.2.6. Miscelanea.

- `cv.jit.grab`. Contenedor multiplataforma para `jit.qt.grab` y `jit.dx.grab`.
- `cv.jit.changetype`. Cambia el tipo de una matriz sin cambiar otros atributos.
- `cv.jit.resize`. Redimensionamiento de matriz antialias.
- `cv.jit.cartopol`. Trata los datos en dos matrices como coordenadas cartesianas y se traduce en datos polares.
- `cv.jit.poltocar`. Lo contrario del anterior objeto.

2.2.7. Dibujo y visualización.

- `cv.jit.track.draw`. Visualiza la salida del objeto `cv.jit.track`.
- `cv.jit.lines.draw`. Visualiza la salida del objeto `cv.jit.lines`.
- `cv.jit.features.draw`. Visualiza el resultado del objeto `cv.jit.features`.
- `cv.jit.faces.draw`. Visualiza la salida del objeto `cv.jit.faces`.
- `cv.jit.centroids.draw`. Visualiza la salida del objeto `cv.jit.centroids`.
- `cv.jit.blobs.orient.draw`. Visualiza la salida del objeto `cv.jit.blobs.orientation`.
- `cv.jit.blobs.elongation.draw`. Visualiza el resultado del objeto `cv.jit.blobs.elongation`.
- `cv.jit.blobs.direction.draw`. Visualiza la salida del objeto `cv.jit.blobs.direction`.
- `cv.jit.blobs.centroids.draw`. Visualiza la salida del objeto `cv.jit.blobs.centroids`.
- `cv.jit.blobs.bounds.draw`. Visualiza el resultado del objeto `cv.jit.blobs.bounds`.
- `cv.jit.blobs.color`. Visualiza la salida del objeto `cv.jit.label`.
- `cv.jit.shift.draw`. Utilidad de dibujo para el objeto `cv.jit.shift`.
- `cv.jit.flow.draw`. Muestra el flujo óptico usando tono y saturación.
- `cv.jit.touches.draw`. Utilidad de dibujo para el objeto `cv.jit.touches`.



3. ALGUNAS OBRAS BASADAS EN LA SONIFICACIÓN DE DATOS.

3.1. Jean-Marc Pelletier: obras audiovisuales.

- River Sonification Étude #1.

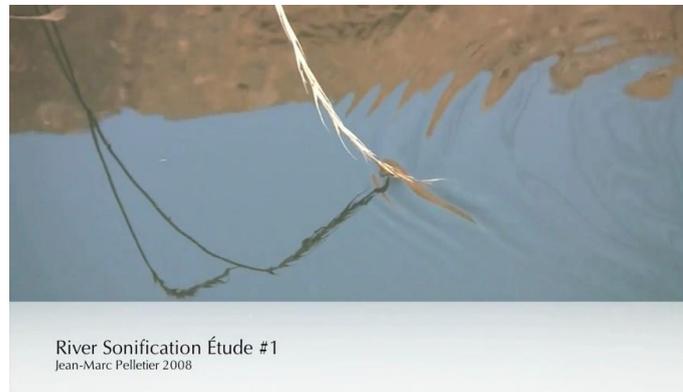


Figura 5. Detalle de fotograma de la obra²⁰.

Los ejes horizontal y vertical se han asignado a la altura. La rama en el medio y los objetos flotantes aparecen como objetos perceptuales distintos tanto en sonido como en imagen. La sonificación se realiza mapeando los datos de movimiento de los objetos del video en sonido.

- *Fireworks Sonification Étude #1.*



Figura 6. Detalle de fotograma de la obra²¹.

²⁰ <http://jmpelletier.com/sonification>.

²¹ *Ibid.*



Las alturas se han cuantificado a las de los acordes que siguen una progresión a medida que avanza el video. Sin embargo, todavía hay una relación muy estrecha entre las formas visuales y sonoras. La sonificación se realiza al transformar el movimiento de los objetos del video en sonido. El video está intencionalmente desenfocado.

➤ *River Sonification Etude #2*.



Figura 7. Detalle de fotograma de la obra²².

La altura se asigna al eje vertical para que coincida con la dirección del movimiento principal en el video. El resultado es una textura densa por la gran cantidad de características de la imagen. Los glissandi superpuestos se aproximan a la ilusión auditiva del tono de Shepard. La sonificación se realiza al transformar el movimiento de los objetos del video en sonido.

²² <http://jmpelletier.com/cvjit>.

➤ *Wind Sonification Etude #1*.



Figura 8. Detalle de fotograma de la obra²³.

Esta pieza utiliza el campo de flujo de movimiento para controlar varios bancos de filtros de paso de banda que esculpen una fuente de ruido para lograr un sonido similar al viento. La sonificación se realiza a partir del análisis del movimiento de los objetos del video.

3.2. Carla Scaletti²⁴.

➤ *h-> gg* (2017)²⁵.

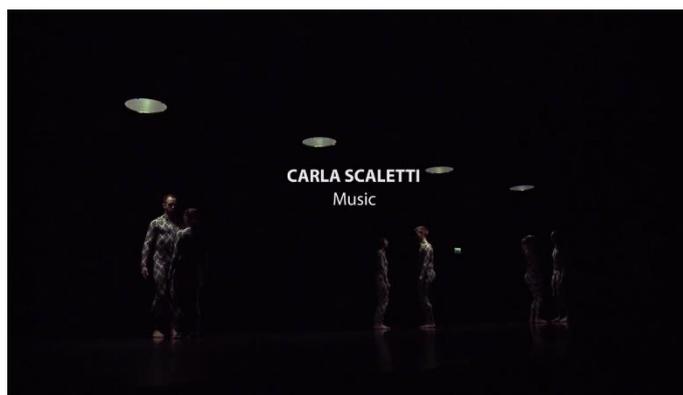


Figura 9. Detalle de fotograma de la obra²⁶.

²³ *Ibid.*

²⁴ Carla Scaletti diseñó el lenguaje informático de generación de sonido Kyma y cofundó Symbolic Sound Corporation con Kurt J. Hebel en 1989.

²⁵ Suite de la música para QUANTUM de Gilles Jobin (2013). *h-> gg* es la abreviatura de un evento donde un bosón de Higgs se descompone en dos partículas gamma.

²⁶ <http://carlascaletti.com/sounds/sound-art/h-gg/>.



h-> gg es un extracto de 15 minutos de los 50 minutos de la partitura realizada para QUANTUM de Gilles Jobin, estrenado en el CERN en septiembre de 2013. Los materiales sonoros para la pieza provienen del trabajo realizado anteriormente con Lily Asquith, física del CERN, sobre el mapeo de los datos del “Experimento ATLAS” en el Gran Colisionador de Hadrones (LHC) a sonido. Los parámetros de los sonidos que suenan en la pieza fueron modulados (o controlados) mapeando las variables de los eventos de colisión registrados en el CERN, convirtiendo al LHC en el instrumento de datos más grande del mundo.

➤ CYCLONIC27.

Tomando su nombre del movimiento rotatorio asociado a algunos eventos meteorológicos, Cyclonic se inspiró en el poder del clima en el este de Illinois y explora las ambigüedades entre eventos registrados, eventos experimentados, eventos recordados y eventos imaginados. Es por eso que muchos de los sonidos que parecen ser grabaciones en realidad se sintetizaron, y algunos de los sonidos que parecen haberse sintetizado son grabaciones reales.

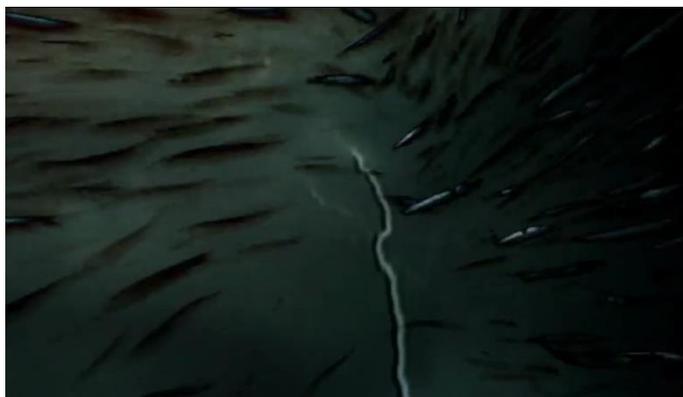


Figura 10. Detalle de fotograma de la obra²⁸.

Las alturas se derivaron de las frecuencias utilizadas en la señal de alerta del Servicio Meteorológico Nacional, y el concepto de Ciclo se abstrae de varias maneras:

²⁷ <http://carlascaletti.com/sounds/sound-art/cyclonic>.

²⁸ *Ibíd.*



desde una función de panorámica infinita, hasta incrementos (cíclicos) sin fin en los tonos de las sirenas generadas sintéticamente y el procesamiento de bancos de filtros utilizados para generar viento sintético.

Además de algunas muestras de sonidos de lluvia, truenos y vientos registradas en el centro de Champaign, Cyclonic utiliza imitaciones sintéticas de sonidos naturales sintetizados con Kyma.

3.3. Samuel van Ransbeeck

➤ *Vapourwaves*.

*Vapourwaves*²⁹ es una obra-instalación que rastrea los stocks de ocho mercados bursátiles ubicados sobre todo el mundo. La estética que trata de transmitir este trabajo es la deshumanización y lo efímero: la bolsa es un fenómeno donde el elemento humano está cada vez más ausente y donde los últimos datos recibidos pronto quedan como un vago recuerdo.

Los mercados fueron elegidos por su disponibilidad de datos y por su lugar relativo en el mundo. Para cada mercado, se tomaron las acciones al azar en el índice principal, cambiando de acciones cada hora para hacer posible la variación.

Para crear *Vapourwaves* se utilizó una versión adaptada de DataScapR. En el módulo de recolección de datos, se agregó un objeto de metro que enviaría un bang cada hora para cambiar los stocks que se rastreaban. El módulo de mapeo fue reutilizado para contener todas las asignaciones de todos los parámetros que se querían controlar. Además, se creó un patch separado para los bancos de osciladores, la granulación y el manejo MIDI para el Disklavier. Todos los sonidos son mezclados en un patch de mezcla separado. Para la espacialización se mapearon las coordenadas de longitud de los ocho mercados bursátiles en el rango estéreo izquierda-derecha (figura 11).

²⁹ Samuel Van RANSBEECK: *Composition with complex data: a contribution on the mapping problem through practice-based research*. 111-117.

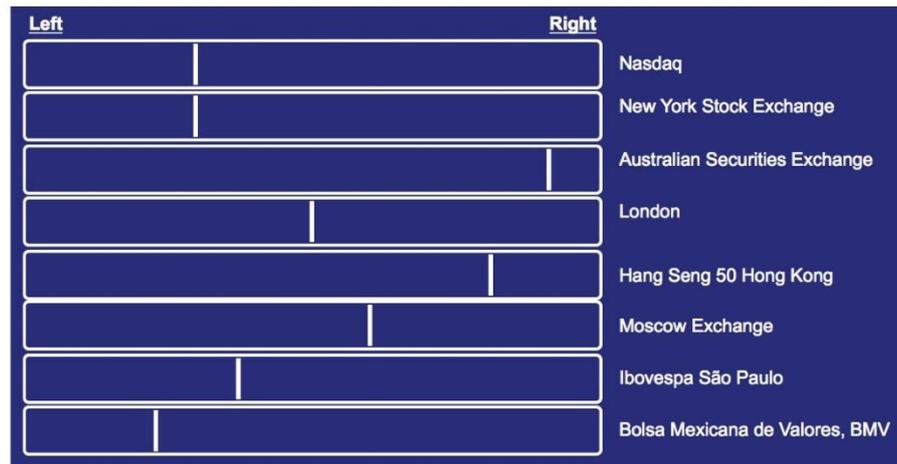


Figura 11. *Vapourwaves*. Ubicaciones iniciales de cada mercado en el campo estéreo³⁰.

Vapourwaves utiliza tres fuentes sonoras distintas: ocho bancos de osciladores (uno para cada población), el Yamaha Disklavier y una granulación de un archivo de sonido de comerciantes gritando en el parque.

Se usaron ondas sinusoidales para crear la sensación de deshumanización del sonido. Además, los ocho bancos de osciladores creaban frecuencias de pulsación que no están presentes en el sistema, sino que solo aparecen como resultado de ello, de ahí el título *Vapourwaves* para simbolizar estas frecuencias efímeras.

4. *TIME IS OVER.*

4.1. Planteamiento y planificación del proyecto.

Como se indicó anteriormente, la obra es una propuesta audiovisual que utiliza técnicas de lectura y sonificación de datos como principal procedimiento compositivo, como instrumento para la creación artística y la expresión. Mediante el sonido y el flujo de imágenes y video a los que se les ha aplicado determinados tratamientos, tiene por finalidad reflejar y dar visibilidad a una situación concreta del contexto temporal en el que fue creada. De alguna manera, el contenido (e incluso el título) pretende provocar en el receptor una respuesta, una reacción a dicha situación. Por tal motivo, y para no

³⁰ *Ibíd.* 117.



condicionar al posible receptor, en este comentario se ha omitido deliberadamente toda alusión a la temática sobre la que versa la obra.

La dialéctica de la finalidad de la sonificación de datos planteada por Carla Scalletti aporta claridad a los objetivos de este proyecto, que explora el campo de la sonificación de datos, pero con el matiz de que este acercamiento a la sonificación tiene propósitos estético-artísticos.



Time is over es una composición audiovisual basada en la lectura de datos. Esta lectura de datos se produce en dos direcciones:

- En primer lugar, la lectura y sonificación de los datos aportados por imágenes de video (y, por tanto, la finalidad de los datos se escapa del dominio de la comprensión que, como ha quedado patente en la mayor parte de las definiciones, es el principal propósito de la sonificación).
- En segundo lugar, la lectura de los datos aportados por los dispositivos sonoros. Estos datos son utilizados como parámetros de los dispositivos de producción de movimiento de las imágenes estáticas que son empleadas como recurso visual.

Los dispositivos han sido implementados con Max y, para dar respuesta a los requerimientos técnicos planteados han sido dispuestos de forma modular. De esta manera, el sistema implementado para la lectura y sonificación de los datos de las imágenes de video se ha diseñado en 3 módulos:

- En el primer módulo se alojan las imágenes y los vídeos que van a formar parte de las escenas del proyecto. Es el sistema en el que tiene lugar el



tratamiento y manipulación de las imágenes y donde los datos son generados y enviados al siguiente módulo.

- El segundo módulo se encarga de recibir los datos de las imágenes de video. Es el sistema encargado de filtrar los datos, escalarlos y mapearlos para mandarlos al último módulo. Su funcionamiento consiste en detectar valores dentro de un rango en cada plano de una matriz, registrando la región de la matriz donde encuentra valores dentro del rango especificado de cada plano. Esto es usado para encontrar la ubicación de cualquier rango de datos numéricos en una matriz, por ejemplo, para encontrar la ubicación de un color determinado en una matriz de 4 planos y, por lo tanto, para rastrear el movimiento de un objeto en un video.
- El tercer módulo recibe los datos mapeados y optimizados para los sistemas de sonido que han sido implementados. Es el sistema que va a realizar la sonificación, por lo que podríamos denominarlo “compositor”.

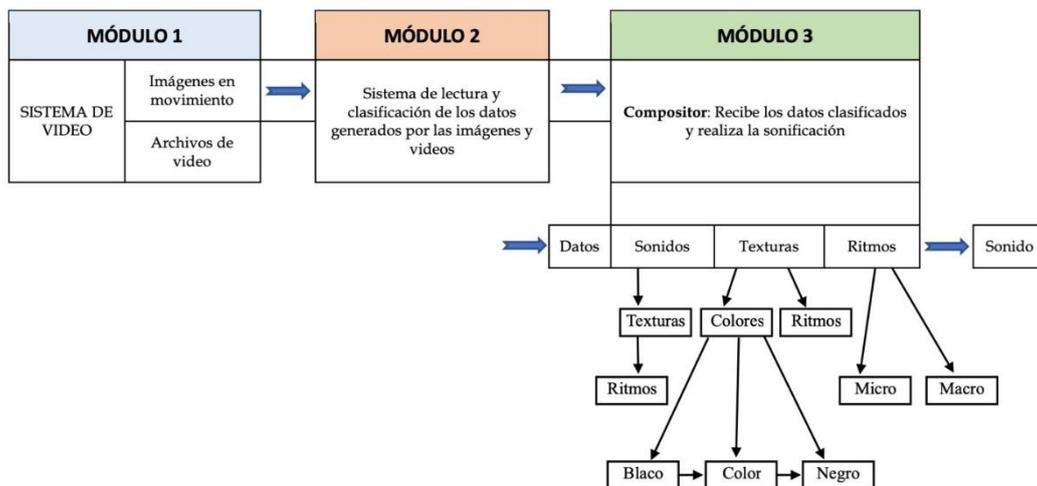


Figura 12. Diseño modular para la lectura y sonificación de los datos aportados por imágenes de video.

El sistema implementado para la lectura de los datos aportados por los dispositivos sonoros ha sido diseñado en un módulo previo y 3 módulos principales:

0. El módulo previo es en realidad el sistema implementado para la lectura y sonificación de los datos de las imágenes de video visto anteriormente. Para



el funcionamiento de este segundo sistema se ha realizado previamente la sonificación de datos de video (que no aparece en las escenas) para obtener el material sonoro (que es el que aparece en las escenas). Los datos aportados por este material sonoro van a ser usados para generar el movimiento de las imágenes fijas.

1. En el primer módulo se alojan los materiales sonoros que van a formar parte de las escenas del proyecto. Es el sistema en el que tiene lugar la reproducción de los archivos de audio grabados previamente en el módulo previo y donde los datos son generados y enviados al siguiente módulo.
2. El segundo módulo se encarga de recibir los datos generados por los archivos de audio. Es el sistema encargado de filtrar los datos, escalarlos y mapearlos para mandarlos al último módulo.
3. El tercer módulo recibe los datos mapeados y optimizados para los sistemas de tratamiento digital de imagen que han sido implementados. Es el lugar donde se alojan las imágenes fijas y el sistema que va a hacer que las imágenes se pongan en movimiento, que puede ser por distorsión de las imágenes fijas o por rotación.

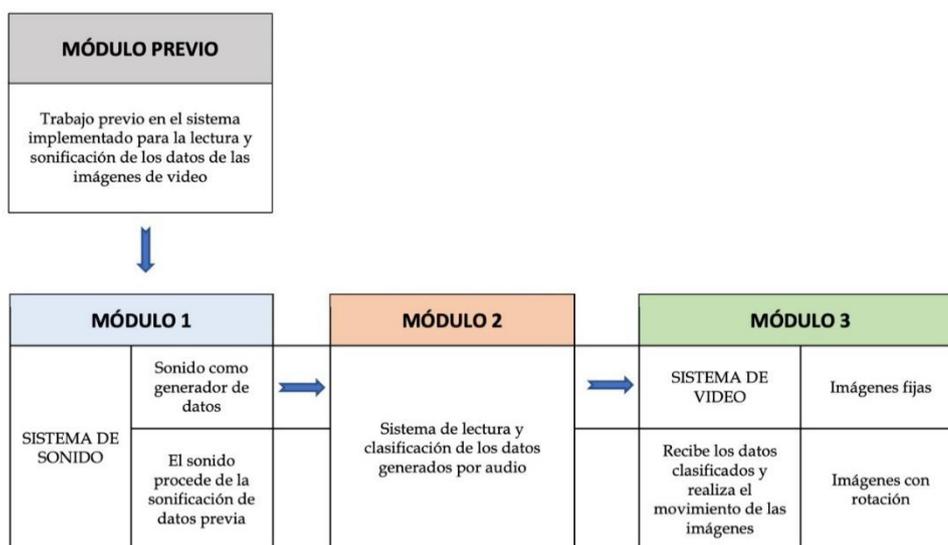


Figura 13. Diseño modular para la lectura de los datos aportados por los dispositivos sonoros.

4.2. Recursos.

4.2.1. Materiales.

El material empleado para la realización del proyecto consiste en imágenes fijas y vídeos libres de derechos procedentes de internet. Estos recursos han sido seleccionados para lograr transmitir un mensaje determinado, teniendo en cuenta que, tanto imágenes como videos iban a ser manipulados y transformados mediante determinadas técnicas de tratamiento digital de imagen, quedando en ocasiones irreconocibles en el resultado final.



Figura 14. Detalle de imágenes antes y después de la aplicación de las técnicas de tratamiento de imágenes.

4.2.2. Software.

Los sistemas modulares han sido implementados mediante Max 7, la grabación de las escenas y el audio ha sido realizada mediante Syphon Recorder y el montaje y edición del proyecto se ha realizado con Final Cut Pro X.



4.3. Estructura y procedimientos empleados.

Dejando al margen transiciones y crossfades, la obra está estructurada en cuatro secciones, atendiendo a los recursos materiales utilizados y a los procedimientos empleados en cada sección. La energía de la obra fluye a través de determinados diseños sonoros electroacústicos tímbrico-texturales, asociados a las imágenes en movimiento. Los límites de estas articulaciones estructurales son imprecisos, no existen claramente unos indicadores de articulación de la estructura que nos indique que esta articulación se haya producido, de manera que, en el devenir de cada sección, van teniendo lugar pequeños cambios sutiles y muy paulatinos en el discurso que harán que, casi inapreciablemente, nos veamos inmersos en un paisaje sonoro y visual distinto del anterior.

Sección	Tiempo inicial	Recursos y procedimientos	Tiempo final
1ª	0:00	Imágenes fijas, movimiento de distorsión.	2:11
		Video effect remake.	
		Palimpsesto Datos sonido producen el movimiento de las imágenes fijas. El sonido es producido previamente por datos de video que no aparece en la escena.	
2ª	1:22	Imágenes con rotación y movimiento de distorsión. Video con imagen distorsionada.	7:23
		Video effect remake y distorsión de imagen. Sonificación de video.	
		Datos video producen sonido. Datos sonido producen el movimiento de las imágenes fijas. El sonido es producido por los datos de video que aparece en la escena.	
3ª	7:04	Video con imagen distorsionada Sonificación de video.	9:46
		Datos video producen sonido	
		Imágenes con rotación y movimiento de distorsión. Video effect remake y distorsión de imagen.	
4ª	9:26	Palimpsesto Datos sonido producen el movimiento de las imágenes fijas. El sonido es producido previamente por datos de video que no aparece en la escena.	11:01

Figura 15. Estructura: Se indica el tiempo, recursos y procedimientos empleados en cada sección.

4.3.1. Primera Sección.

La primera sección es una forma peculiar y particular de palimpsesto, en la que se han empleado únicamente imágenes fijas a las que se le ha aplicado una técnica de movimiento de distorsión y alabeo mediante un patch de Max implementado para generar estos efectos.

También se ha utilizado el patch de Max “Video effect remake” para generar el pase de las imágenes, que son presentadas sin rotación o muy leve rotación. En la escena, el pase de las imágenes se produce lentamente, para dar la oportunidad al receptor de formarse una idea de la temática del proyecto.

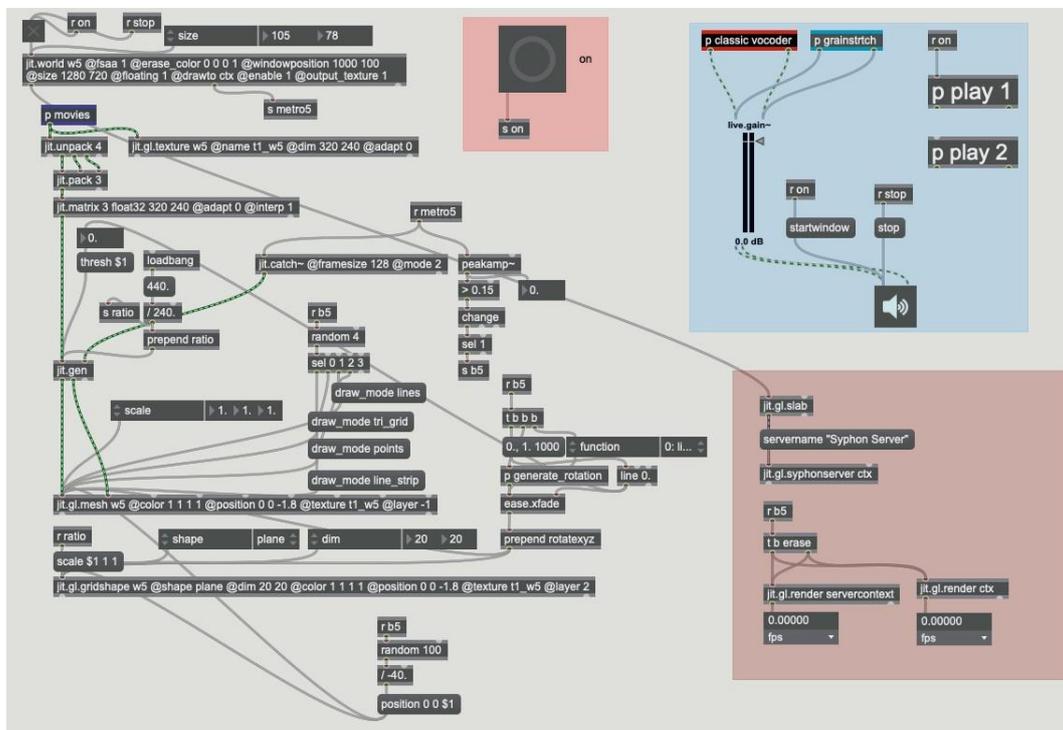


Figura 16. Detalle del patch de Max “Video effect remake”.

El sonido de esta parte ha sido producido previamente mediante la sonificación de los datos de un video que no aparece en la escena, pero está presente, de alguna manera, a través de sus datos, en forma de material sonoro, de ahí deriva la metáfora del palimpsesto antes citada.



El movimiento de estas imágenes fijas es producido por los datos de audio que son escalados y mapeados para convertirse en los parámetros de los dispositivos que generan el movimiento de las imágenes.

Esta parte inicial finaliza con una imagen “pulverizada” (convertida en partículas), impactante, que sirve de transición hacia la segunda sección.

4.3.2. Segunda Sección.

La segunda sección es la más extensa y la más compleja desde el punto de vista técnico y de montaje. Comienza con el desenlace y transformación de la imagen “pulverizada” anteriormente citada en una nueva imagen, que da paso a un paisaje sonoro y visual diferente del anterior.

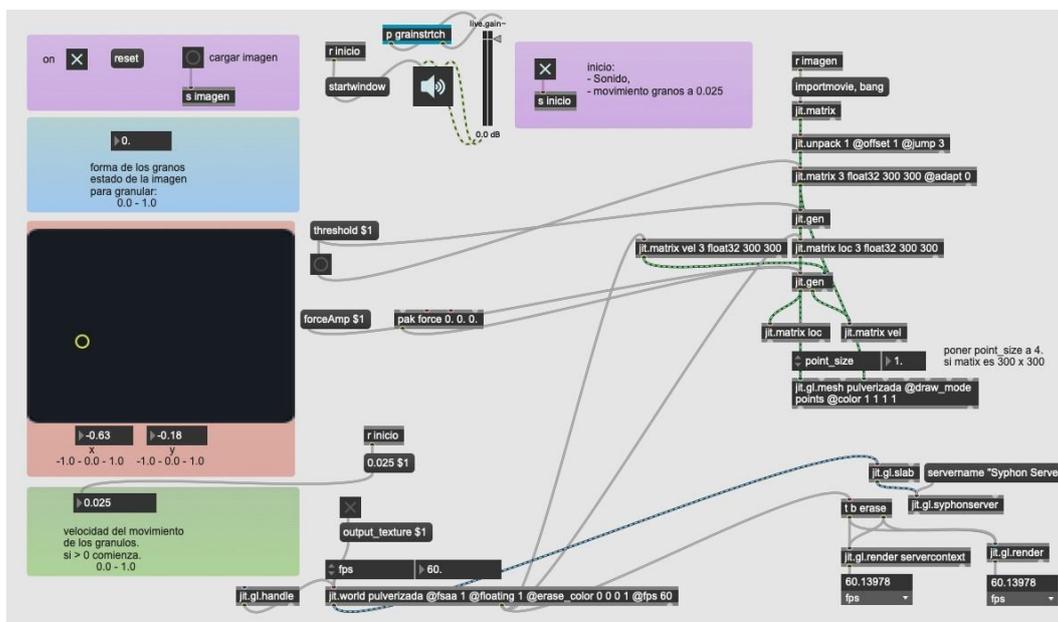


Figura 17. Detalle del patch de Max (partículas) implementado para producir el efecto de “pulverización” de imágenes.

La escena está formada por dos capas superpuestas. Aunque las dos capas están activas en todo momento, en ocasiones solo se muestra una de ellas, quedando la otra velada, pero aportando datos para la sonificación.

La capa que está en primer plano es la que se muestra durante toda la escena. Emplea imágenes fijas a las que se les ha aplicado un efecto de movimiento de distorsión y alabeo mediante el patch de distorsión de imágenes. También se ha utilizado el patch



“Video effect remake” para generar el pase de las imágenes, que son presentadas ahora con rotación. Se utiliza una gran cantidad de imágenes cuya aparición es aleatoria, y el pase de imágenes (que han sido planteadas como motivos que reaparecen una y otra vez, pero siempre con un aspecto distinto) se produce rápidamente.

La capa que está en segundo plano es la que aparece y desaparece de la escena de manera intermitente. Emplea videos con diferentes enfoques, distorsiones y transparencias. El sonido es producido por los datos sonificados del video, esté presente o no en la escena.

Los datos aportados por estos sonidos producen el movimiento de las imágenes fijas que aparecen en la primera capa de la escena.

4.3.3. Tercera Sección.



Figura 18. Detalle de fotograma de video correspondiente a la 3ª sección.

La escena anterior formada por las dos capas descritas da paso a una nueva escena formada por una sola capa en la que se emplea únicamente material de video. Este paso se produce por medio de una transición de imágenes, por eso resulta complicado apreciar los límites entre estas dos secciones. El plano musical tampoco resulta de ayuda en este



aspecto ya que, aunque emplea un nuevo paisaje sonoro bien diferenciado del anterior, se produce un lento *crossfade* entre el sonido las dos secciones.

Esta sección está realizada íntegramente con el patch de Max implementado para realizar la sonificación de datos. Emplea varios videos a los que también se le aplican diferentes enfoques, distorsiones y transparencias, pero de un modo manifiestamente más pronunciado que los que se aplicaron a los videos de la sección anterior.

El sonido es producido por los datos sonificados de los videos que aparecen en la escena.

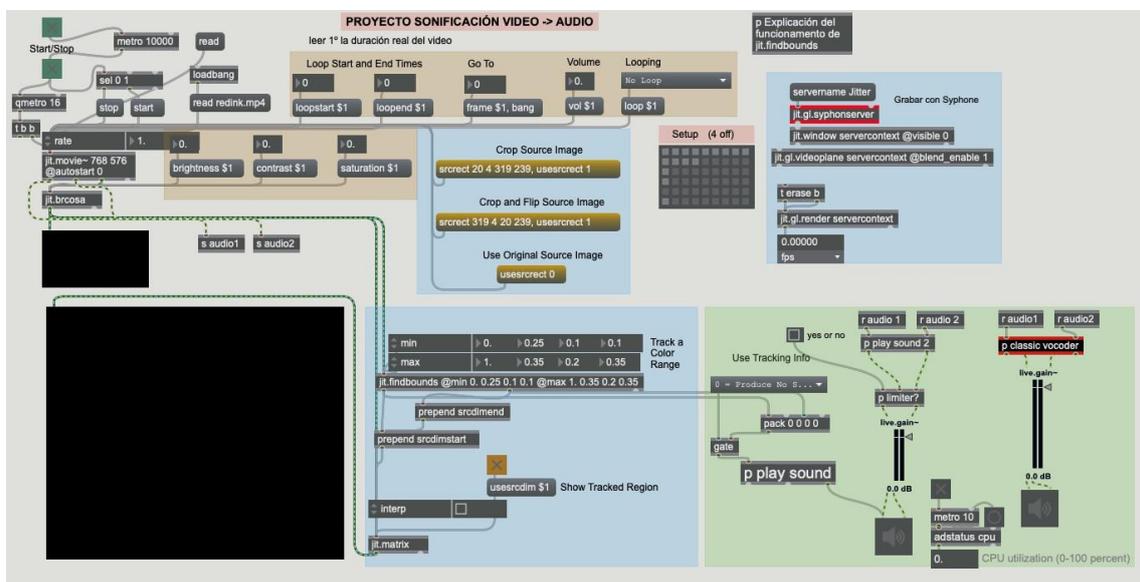


Figura 19. Detalle del patch de Max implementado para realizar la sonificación de datos de video.

4.3.4. Cuarta Sección.

Para la parte final se vuelve a recurrir a esa forma peculiar y particular de palimpsesto utilizada en la primera sección. En cierto modo, esta parte puede ser considerada como una recapitulación, ya que emplea las mismas técnicas y patches de Max que las ya explicadas para la sección inicial.

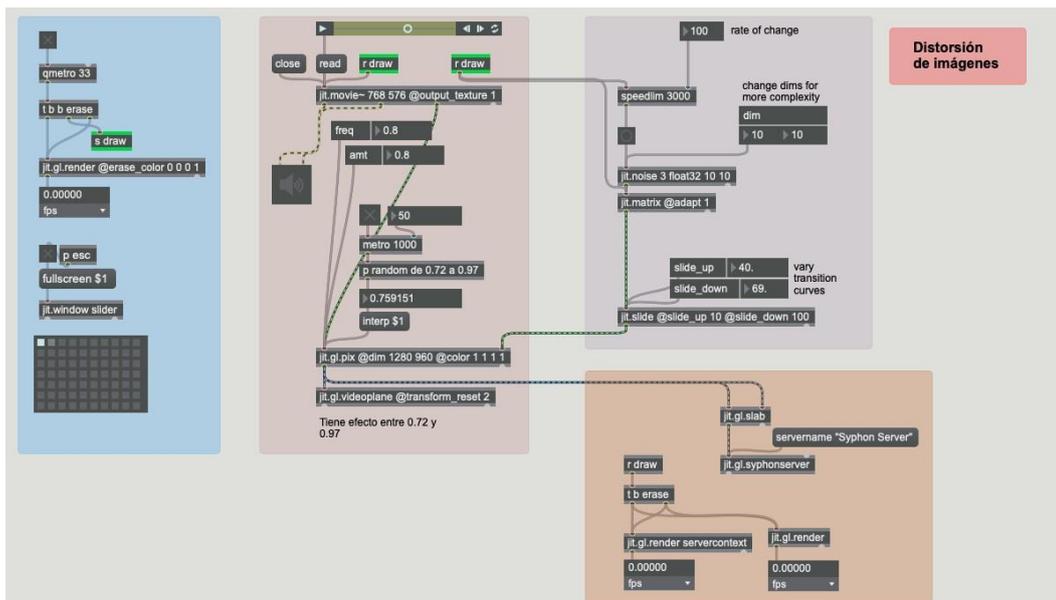


Figura 20. Detalle del patch de Max usado para la distorsión de imágenes.

Al igual que sucede en las transiciones entre las anteriores secciones, se vuelve a producir un *crossfade* entre el sonido y la imagen entre la tercera y la cuarta, aunque esta vez más rápido y velado.

La particularidad de esta sección reside en el hecho de que emplea un registro sonoro (con un timbre muy peculiar) que es ajeno a la sonificación de datos, la grabación de mi propia voz lanzando un mensaje mediante una única palabra, muy concreta, que además aparece escrita en variados formatos en la escena.

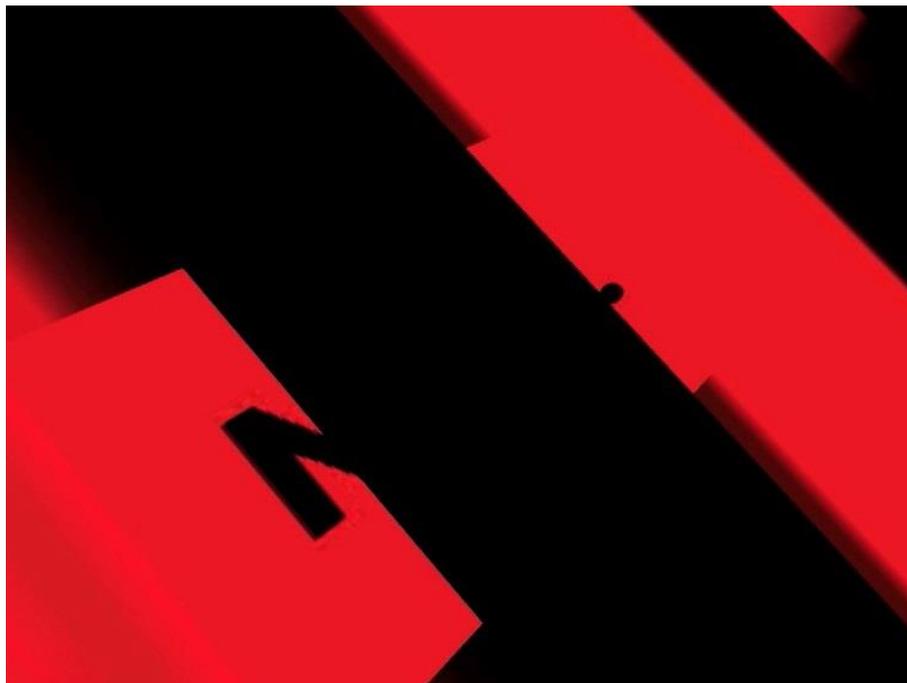
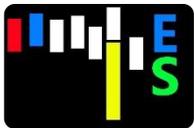


Figura 21. Detalle de fotograma de video correspondiente a la 4ª sección.



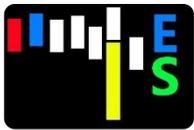
5. CONCLUSIONES.

Sólo lo que deja huellas en la percepción crea un palimpsesto³¹.

El sonido tiene un profundo efecto en nuestra vida y puede ser derivado de casi cualquier cosa con la que interactuamos, seamos conscientes de ello o no. La sonificación de datos está presente en nuestra actividad cotidiana en mayor medida de lo que, a priori, podamos pensar. Desde el sonido que emite el microondas para “informarnos” de que ya ha terminado de calentar el café, hasta los más complejos y sofisticados sistemas de lectura de datos que buscan descubrir de una manera más creativa y novedosa (mediante su sonificación), nuevos patrones de comportamiento que hayan podido escapar al análisis de tablas y gráficas convencionales, como hemos podido ver en alguno de los ejemplos que han quedado expuestos en este trabajo. Por tanto, el campo de la lectura y sonificación de datos como método de investigación, está en pleno desarrollo y es un arte y una ciencia que posee un recorrido muy amplio. Estas técnicas aplicadas al sonido, considerándolo como obra de arte (a la música), nos desvelan igualmente un campo fértil para explorar nuevas fórmulas de pensamiento. Sin embargo, al referirnos a las propuestas musicales que hacen uso de procedimientos compositivos basados en la sonificación de datos, necesitan un planteamiento distinto, ya que, en estas propuestas, la finalidad de los datos no tiene por qué ser la de comprender esos datos.

En el caso de *Time is over*, los datos son empleados para lograr un conjunto audiovisual más orgánico, esencial, estableciéndose una relación más estrecha entre el movimiento de las transformaciones de las imágenes y la organización de los parámetros sonoros. Las imágenes fluyen a través del sonido, y el sonido emana a partir del movimiento de las imágenes. Esta asociación entre el sonido y el movimiento de las imágenes influye de manera decisiva en la percepción, y ese es un principio estético-compositivo esencial para este trabajo.

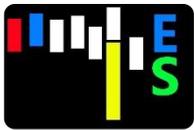
³¹ Jochen SCHIMNANG: "Zur Spurenarbeit von Rilo Chmielorz" en *POSITIONEN*, p. 21.



Quiero finalizar este trabajo citando la siguiente afirmación de Carla Scaletti que aparece en su propia página web:

Trabajo con investigadores para ayudarles a interpretar, analizar, razonar y comunicar aspectos de sus conjuntos de datos mediante la asignación de esos datos al sonido. Hacer la sonificación de datos ha cambiado la forma en que pienso en los datos, en la cartografía y en la síntesis y control del sonido, pero, algo inesperado, también cambió mi forma de pensar sobre la música³².

³² <http://carlascaletti.com/sounds/data-sonification>.



BIBLIOGRAFÍA

- BARRASS, Stephen: *Auditory information desing*. Unpublished Dissertation, Australian National University, 1997.
- BEANS, Carolyn: «Musicians join scientists to explore data through sound», en *PNAS* vol. 114 no. 18, 2017 (<https://doi.org/10.1073/pnas.1705325114>).
- DE CAMPO, Alberto: «Toward a data sonification design space map», en *Proceedings of the International Conference on Auditory Display (ICAD2007)*, Montreal, Canadá, 2007.
- _____: «*Science By Ear. An Interdisciplinary Approach to Sonifying Scientific Data*», en Tesis doctoral. University of Music and Performing Arts, Graz: 2009.
- HERMANN, T.: *Sonification for Exploratory Data Analysis*, Bielefeld, Germany: Bielefeld University, 2002.
- HERMANN, Thomas; HUNT, Andy; NEUHOFF, John G. (eds.): *The Sonification Handbook*. Berlín: Logos Verlag, 2011.
- MCLEAN, Alex y DEAN, Roger (eds.): «Sonification ≠ music», en *The Oxford Handbook of Algorithmic Composition*. New York: Oxford University Press, 2016.
- PELLETIER, Jean-Marc: «Sonified Motion Flow Fields as a Means of Musical Expression», en *NIME*, junio, 2008, págs. 158-163.
- RANSBEECK, Samuel Van: «Composition with complex data: a contribution on the mapping problem through practice-based research». *Veritati*, Repositório Institucional da Universidade Católica Portuguesa, 31 de marzo de 2015. (<http://hdl.handle.net/10400.14/20510>).
- _____: «Transforming the Stock Markets into Music using DataScarpR» *Parsons Journal for Information Mapping*, 2015.



ANEXO

Como complemento a la bibliografía, se ofrece un listado de algunos sistemas de sonificación consultados para la realización de este trabajo que no han sido incluidos en este:

1. MIDITime.
2. Sonic Pi.
3. Listen.
4. The Sonification Sandbox.
5. Fishmusic: Generative music project focused on sonification of fish in an aquarium.
6. GRUV.
7. Algorithmic Composer.
8. Maxology.
9. Solar Beat.
10. Solar Wind.
11. Sandscape: A soundscape that responds to color.
12. Boids sonification in Max.
13. Sonifying the shape of human body motion using motiongrams.
14. Image-Based Spatialization.
15. Complex LFO-Data Sonification.
16. DMSP.
17. Atom Tone.
18. Sonification of the satellite data.
19. Sonified.
20. CataRT.



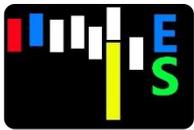
JOSÉ LUIS SÁNCHEZ. (1971, Puertollano, Ciudad Real) inició sus estudios musicales en el Conservatorio Pablo Sorozábal de su ciudad natal. Después ingresó en el Conservatorio Superior de Música Rafael Orozco de Córdoba, donde estudió Piano y Composición.

Posteriormente amplió estudios de composición en el Aula de Música de la Universidad de Alcalá, realizando un postgrado de 4 años con el compositor José Luis de Delás (Premio Nacional de Música en 1995). En el Aula de Música de la Universidad de Alcalá también estudió dirección de orquesta de música contemporánea con Arturo Tamayo.

En 2017 realizó el Máster de Composición Electroacústica del Centro Superior Katarina Gurska bajo la dirección de Sergio Luque y Alberto Bernal.

Ha sido becado en varios cursos de especialización musical, festivales internacionales y seminarios de composición, en los que ha recibido clases de personalidades como Tristan Murail, Philippe Hurel, Beat Furrer, Arturo Tamayo, José Manuel López López, Walter Zimmermann, César Camarero, Klaus Huber, Georg Friedrich Haas, José María Sánchez Verdú, Jüing Wytttenbach, Yvan Nommick, Joan Guinjoan, Alberto Posadas, Luis de Pablo, David del Puerto, Carlos Bermejo, Cristóbal Halffter, entre otros.

Es autor de numerosas obras tanto para solista como para conjunto instrumental y orquesta, y su música ha sido interpretada por ensembles como Klangforum Wien, Sax-Ensemble, NEXEnsemble, Grupo Dhamar, Grupo Siglo XX, Nexeduet, y solistas y directores como Pablo Heras-Casado, Pedro Vázquez, Berta Fresco, Astrid Steinschaden, Paulo P, Elisa Urrestarazu, en escenarios como el Auditorio Nacional de Música de Madrid, Teatro Central de Sevilla, Teatro Alhambra de Granada, Teatro Nicolás Salmerón de Madrid, Universidad Autónoma de Madrid o el Gran Teatro de Córdoba,



participando en ciclos y festivales internacionales de Música Contemporánea como el Ciclo de Música Contemporánea de Sevilla, las Jornadas de Música Contemporánea de Granada, Ciclo Música para el tercer Milenio, el X encuentro de Música-Filosofía y XIV semana de la Música de la Real Maestranza de Caballería de Ronda, el Festival Internacional de Música Contemporánea de Tres Cantos, las Jornadas de Música Contemporánea de Santiago de Compostela, Concurso Juventudes Musicales 2019, Punto de Encuentro Granada (AMEE) o el Ciclo Música Callada de Barcelona.

Ha sido galardonado con el primer premio del II Concurso internacional de Composición Nexeduet, Premiado en la Cátedra Manuel de Falla 2008, ganador del Concurso de Composición de la Real Maestranza de Caballería de Ronda 2013 y premio fin de Carrera del Conservatorio Superior Rafael Orozco de Córdoba.

Es autor de varias publicaciones, destacando el artículo publicado en la revista especializada en música contemporánea Espacio Sonoro (José Luis de Delás: la Dialéctica entre expresión y pensamiento). Ha participado en mesas redondas y conferencias sobre música contemporánea. Destaca su participación en el ciclo de conciertos “Celebraciones 2009” en la Pedrera (Casa Milà) de Gaudí en Barcelona y en las Jornadas de Música Contemporánea de la Universidad de Granada.

Actualmente es profesor de Fundamentos de Composición, Análisis y Armonía en el Conservatorio Profesional de Música Pablo Sorozábal de Puertollano.

jolusan@gmail.com