

## **ARTE SONORO, ESPACIO PÚBLICO Y DATOS: ADAPTÁNDOSE A LA CRISIS CLIMÁTICA DESDE EL ARTE-CIENCIA**

Julián Jaramillo Arango  
*Pontificia Universidad Javeriana*

Fecha de recepción: 17/06/2024  
Fecha de aceptación: 18/10/2024

### **Resumen**

La convergencia entre el espacio público y las nuevas tecnologías, como preocupación fundacional del arte sonoro, suscita un análisis crítico de tópicos recientes sobre cómo las prácticas artísticas interactúan con el sonido. Tras reconocer los atributos socializantes del sonido como fuerza creadora, se abordan repertorios de arte sonoro que han reflexionado sobre la experiencia urbana. El concepto de ciudades inteligentes nos ayuda a pensar la emergencia de una cultura de escucha móvil, que moldea un sentido de territorialidad informacional y construye nuevos modos de ciudadanía digital. Desde el punto de vista del arte sonoro, los temas medioambientales también se analizan, reconociendo en la problemática de la contaminación del aire una estrategia de adaptación a la crisis climática. La práctica interdisciplinar de la sonificación será discutida en detalle, analizando las diferentes vertientes y potenciales desdoblamiento tanto en el campo artístico como en el científico. Además, se reconocerán escenarios de pertinencia de la sonificación bajo lógicas determinadas en una economía del conocimiento. Como complemento a la presentación de las discusiones teóricas y de los ejemplos de problemas abordados, en el texto se reportarán trabajos artísticos realizados durante procesos de investigación-creación. Estas piezas fueron creadas junto a estudiantes como producto de actividades académicas y sintetizan las preocupaciones y determinaciones forjadas en el plano teórico.

**Palabras clave:** arte sonoro, audio locativo, escucha móvil, sonificación, arte-ciencia.

## **SOUND ART, PUBLIC SPACE AND DATA: ADAPTING TO THE CLIMATE CRISIS FROM ART-SCIENCE**

### **Abstract**

The convergence between public space and new technologies, as a founding concern of sound art, raises a critical analysis of recent topics about how artistic practices interact with sound. After recognizing the socializing attributes of sound as a creative force, repertoires of sound art that have reflected on the urban experience are addressed. The concept of smart cities helps us think about the emergence of a mobile listening culture, which shapes a sense of informational territoriality and shapes new modes of digital citizenship. From the point of view of sound art, environmental issues are also raised, recognizing in the problem of air pollution an adaptation strategy to the climate crisis. The interdisciplinary practice of sonification will be discussed in detail, analyzing the different aspects and potential developments in both the artistic and scientific fields. In addition, scenarios of relevance of sonification will be recognized under certain logics in a knowledge economy. As a complement to the presentation of the theoretical discussions and examples of problems addressed, the text will report artistic works carried out during research-creation processes. These pieces were created together with students as a product of academic activities and synthesize the concerns and determinations forged on the theoretical level.

**Keywords:** Sound art, Locative audio, Mobile listening, Sonification, Art-science.

### **1. Introducción: arte sonoro en el espacio público**

Uno de los tópicos frecuentemente discutidos en el arte sonoro es la capacidad del sonido de conectar y organizar los cuerpos. El sonido construye un espacio social que desencadena actitudes y roles entre los individuos que lo presencian. Al compartir un evento sonoro o una mirada estetizante del sonido se provoca un pacto implícito que acentúa el carácter ritual de la escucha en grupo. En el espacio público la dimensión socializante del sonido alcanza otros matices y genera reglas de comunicación propias. A diferencia de los espacios convencionales de exhibición del arte, sin referencias y connotaciones culturales, como la galería, el museo o la sala de conciertos, el espacio público tiene presunciones y relatos imaginarios sobre su habitabilidad. De este modo, el régimen de audibilidad que opera en el espacio público recoloca el papel de la obra y del espectador, emancipando lo cotidiano como lugar del arte. La potencia del arte sonoro radica en poner en discusión las diversas presunciones sobre el espacio público y proponer un correlato de su lectura forzando la adaptación de lo particular y subjetivo de la escucha a los consensos y dinámicas de lo colectivo.

Uno de los teóricos más influyentes del arte sonoro en el contexto norte-americano y europeo, Brandon LaBelle acentúa el aspecto vinculante del sonido al discutir las relaciones auditivas que fundamentan su análisis de las obras tempranas (LaBelle ix). Para LaBelle hay una convergencia entre una preocupación por los aspectos poéticos del sonido y las expresiones que contemplan las particularidades (arquitectónicas, históricas, topográficas, psicológicas, identitarias, etc.) del lugar de exhibición, manifiesto en un modo de producción de arte sonoro *site specific*. Al observar los repertorios artísticos y académicos anglosajones, LaBelle resalta la icónica escultura sonora *Times Square* de Max Neuhaus, que permaneció en funcionamiento ininterrumpido entre 1977 y 1992 en Manhattan. Se reconoce este trabajo como precursor de la instalación como formato propicio para el contexto entre creación, sonido y ciudad (Andueza 223-228). Bajo esta perspectiva de lo público en el arte sonoro, también podría reconocerse la extensa y diversa serie de *Conciertos de Ciudad* (2002) de Llorenç Barber, que explora el sentido musical de las campanas como elemento identitario. También, la exposición *Itinerarios del Sonido* (Bella y Álvarez-Fernández 2005) que reunió a algunos de los más importantes artistas sonoros para realizar propuestas en estaciones de autobuses de Madrid. En estos trabajos el sonido otorga nuevas alusiones a los significados ya existentes, estableciendo relaciones inusitadas con el espacio habitado. Con la superposición de relatos, se demarca una «especificidad relacional que puede sostener los diferentes polos de la experiencia del espacio en tensión dialéctica» (Kown 166).

Además de estos aspectos, debe contarse con que el transeúnte, muchas veces distraído o abandonado en una subjetividad metropolitana, ignora o desdeña los sonidos intencionalmente colocados allí. La percepción auditiva del entorno urbano fue discutida en otro artículo, titulado «Cartografías de la sorpresa: prácticas artísticas y paisajes sonoros urbanos en Colombia» (Arango 173-191). En ese entonces las ideas de Simmel y Hernández daban forma a la conceptualización de un modo de ciudadanía metropolitana caracterizado por la sobreestimulación y la intensificación emocional que desencadena en el transeúnte un mecanismo de protección de la consciencia. Proponíamos también que bajo estas circunstancias el arte sonoro rastrea anomalías escondidas tras la cortina de la costumbre, ofreciendo al habitante metropolitano circuitos de turismo sonoro en su propia ciudad. Quizá sea la capacidad del sonido en despertar la inestabilidad de la atención y la distracción humana la que contribuya en la oscilación desordenada entre la aglomeración y dispersión de los cuerpos en el espacio urbano.

El presente texto retoma las ideas enunciadas en «Cartografías de la sorpresa», esta vez encaminadas hacia asuntos relacionados con las estrategias del arte sonoro para incorporar las nuevas tecnologías en la vida urbana. Este planteamiento inicial nos llevará a recorrer experiencias incipientes del arte sonoro que interpelan la experiencia en la ciudad, como el arte intermedia y el arte locativo. Conceptos como ciudades inteligentes y territorios informacionales nos ayudarán a llevar la discusión al asunto de la datificación de la vida urbana. Analizaremos referentes teóricos sobre el tema y ejemplos recientes de arte sonoro que discuten una cultura de audio móvil, desde donde se emancipa un nuevo sentido de territorialidad y ciudadanía. Después abordamos el tema del medio ambiente desde el punto

de vista de la vida urbana, identificando en el problema de la crisis climática un territorio pertinente para el arte sonoro. Se problematizará la relación entre arte y ciencia, materializada en la práctica científica de la sonificación. Se discuten aquí las diferentes lógicas en que la sonificación puede inscribirse, identificando vertientes y escenarios creativos para el artista sonoro que se aproxima a los temas científicos.

## 2. Del arte intermedia al arte locativo

Las relaciones entre los aspectos psíquicos y corpóreos que ocurren en el espacio público constituyen un tema fundacional en la producción del arte sonoro. Como punto de partida, identificamos un repertorio que se inspira en las particularidades y características del lugar de exhibición y aprovecha el poder vinculante y socializante del sonido para discutir y poner en negociación las diferentes lecturas y vivencias que construyen lo público. La preocupación, tanto por el sonido como por el espacio, converge también con la pregunta sobre el papel de los medios en la vida urbana y su repercusión en la construcción de una imagen de la ciudad. En este sentido, el desarrollo técnico y artístico de la radio, bajo su modalidad mediatizada del tiempo-espacio denominada «en vivo», es un factor que, de manera temprana, contribuyó a forjar la imagen de una red sobre el territorio, propia de la metrópoli. El sentido de territorialidad que otorgan los medios fue explorado por artistas intermedia en los años sesenta y setenta, en sintonía con el grupo Fluxus de Nueva York. Es el caso del grupo español Zaj, que en la década de 1960 experimentó con formatos como la transmisión, el arte postal, la composición de texto o la poesía sonora en nuestro idioma (Rivière 136-178).

En el engranaje de las urbes contemporáneas, los medios digitales han ido transformando las formas de habitar el espacio público. Paulatinamente las redes celulares y el *wifi* han ido reconfigurado las necesidades mediáticas del ciudadano y su sentido de territorialidad. Surge así un tipo de ciudadanía que se ejerce en internet y en muchas ocasiones en tránsito por la ciudad. El *smartphone*, como aliado principal del transeúnte contemporáneo, se vale a su vez de aplicaciones de predicción e inteligencia artificial para lidiar con los datos de la ciudad (clima, tráfico, contaminación) y para realizar transacciones electrónicas de todo tipo. Estas condiciones tecnológicas de la ciudad sugieren una reflexión sobre el rol de los medios sonoros, los datos que producen y las formas de expresión creativa que inspiran.

Es importante observar que los medios sonoros adoptaron la portabilidad como un recurso de manera precoz, en los años sesenta, cuando se comercializaron los radios basados en transistores. A raíz de dispositivos como el *walkman*, surgido a comienzos de los años ochenta, se identifica una cultura de escucha móvil. Para el investigador Hosokawa el éxito de este dispositivo no se debió a las innovaciones tecnológicas implementadas por los ingenieros de la compañía Sony (168). De hecho, en términos funcionales, el *walkman* representaba una cierta regresión, porque solo permitía operaciones de reproducción. Sin embargo, en la esfera de la vida cotidiana en la ciudad, el *walkman* constituyó una innovación

en las tecnologías de la personalidad, empoderando a los ciudadanos con un instrumento que daba forma a su singularidad y extendía su autonomía en los espacios urbanos. Además, el *walkman* enriquecía la experiencia de escucha en la ciudad, permitiéndole al transeúnte construir y deconstruir el significado de la música con respecto al espacio recorrido. Esta cultura de escucha móvil se extendería con el surgimiento de nuevos aparatos digitales portátiles surgidos en las décadas de 1990 y 2000 como el *discman*, el *minidisc* o el iPod, que precedieron al *smartphone*. Un autor fundamental para comprender esta faceta móvil y portable del audio, así como sus implicaciones sociales y urbanas es el profesor Michael Bull, quien ha venido analizando este asunto desde hace más de dos décadas. Por su parte, para Ian Chambers la dependencia de estos dispositivos a los audífonos da lugar a un nuevo tipo de corporalidad prostética, en donde la percepción auditiva es extendida por un dispositivo adherido al cuerpo (100). Se genera así, a partir de las culturas de escucha móvil, un fenómeno espontáneo de *bio-hacking*, que surge de la adaptación acústica al nomadismo tecnológico de las ciudades de nuestros días.

El escenario de territorialidad, ciudadanía y escucha móvil que plantean los medios digitales también ha constituido un tópico de inspiración para el arte sonoro. Los trabajos de Janet Cardiff y Georges Bures Miller, como *The City of Forking Paths* (2014)<sup>1</sup> o *Alter Bahnhof Video Walk* (2012)<sup>2</sup>, proponen modos ficcionales que aprovechan las propiedades móviles de los nuevos medios. Se trata de excursiones audiovisuales que suceden en espacios urbanos, como las ciudades de Sídney o Kassel, y se presentan mediante el celular o tableta. El espectador es llamado a acompañar un recorrido por la ciudad previamente preparado por los artistas, mientras el video se reproduce en el aparato móvil.

No tenemos en este texto espacio suficiente para trazar un panorama de las propuestas que involucran escucha, sonido o audio en los espacios informacionales, sin embargo, se observa la emergencia de una forma de arte locativo con el sonido como elemento principal<sup>3</sup>. Este arte sonoro locativo aprovecha la portabilidad del audio como un atributo de la ciudadanía contemporánea y propone narrativas en las condiciones de *datificación* de las ciudades inteligentes.

### 3. Ciudades inteligentes y territorios informacionales

En el proceso de modernización de las ciudades es importante reconocer la noción de ubicuidad computacional propuesta en los años noventa por Mark Weiser. El modelo de Weiser es diametralmente opuesto al del computador personal, pues proponía la distribución

---

<sup>1</sup> Cardiff, Janet y George Bures Miller. «The City of Forking Paths». *City of Sydney Legacy Artwork*, 2014, [https://www.cardiffmiller.com/artworks/walks/forking\\_paths.html](https://www.cardiffmiller.com/artworks/walks/forking_paths.html). Acceso 1 de mayo de 2024.

<sup>2</sup> Cardiff, Janet y George Miller Bures. «Alter Bahnhof Video Walk». *DOCUMENTA* (13), 2012, <https://www.cardiffmiller.com/artworks/walks/alter-bahnhof-video-walk/>. Acceso 1 de mayo de 2024.

<sup>3</sup> Entre otros proyectos inspiradores pueden mencionarse la obra *Avis Data* (2015) del investigador y artista Kepa Landa, *Environment Dress 2.0* (2015) de la artista María Castellanos o *Soundanism* (2007) del colectivo DissoNoiSex.

de las cargas computacionales y el diálogo entre las máquinas para la creación de nuevos servicios y una noción de espacio interconectado. Mientras las ideas de Weiser evolucionaron hacia modos de comunicación como la realidad aumentada o el internet de las cosas, ellas sustentan desde el punto de vista de Greenfield el concepto de ciudades inteligentes. Esta noción es polémica por su carácter normativo y por momentos político, pues suele utilizarse discursivamente en escenarios corporativos de la industria informática. El investigador español Manuel Fernández ha realizado un análisis crítico de este concepto en una disección de los mitos que rodean una supuesta inteligencia de las ciudades en los discursos urbanos contemporáneos: simplificación, neutralidad, despolitización, suficiencia y deseabilidad:

En este caso, estamos ante un nivel meta-discursivo, una serie de razonamientos o consecuencias directas de la aplicación de la mitología de la inteligencia urbana y que operan como preconcepciones vinculadas a la tecnología infiltrándose en los objetivos, las ambiciones y los modelos de gobierno de la ciudad vinculados a la ciudad inteligente. (Fernández 86)

La lectura crítica de las ciudades inteligentes que aporta Fernández es pertinente para el arte sonoro que busca ocurrir en las capas informacionales del espacio urbano. Entra en diálogo con conceptos propuestos por el académico brasileño André Lemos<sup>4</sup>. El concepto de territorios informacionales reconoce en las ciudades contemporáneas una dimensión espacial compuesta exclusivamente por datos. El espacio urbano tiene entonces dos dimensiones: una física y otra informacional; y en la intersección de ellas el usuario encuentra nuevos hábitos, formas de socialización y desarrollo de su personalidad. En los territorios informativos el transeúnte puede «controlar las entradas y salidas de información para ejercer nuevos modos de ciudadanía digital» (Lemos 5).

La movilidad es también cuestionada por Lemos como uno de los aspectos clave de las ciudades inteligentes. En su caracterización de los medios locativos Lemos identifica al caminante o transeúnte como destinatario de nuevos servicios y necesidades al contemplar «la posibilidad de consumir y producir información en tránsito» (7). Asimismo, Lemos discute nuevos escenarios para la creación interactiva, como los lugares móviles (aviones, barcos, coches y trenes) que sugieren concepciones informacionales de la movilidad, a partir de los recursos inalámbricos de los dispositivos y las redes.

Por otro lado, el trabajo teórico de la investigadora británica Frauke Behrendt se ocupa de caracterizar los medios locativos sonoros. En este sentido Behrendt extiende las ideas de musicólogos como Hosokawa o Chambers alrededor del *walkman*, adaptándolas a las nociones de territorialidad sugeridas por Lemos. Behrendt propone una clasificación de proyectos de sonido móvil ofreciendo direcciones diferentes para la creación artística con los medios sonoros locativos: instrumentos musicales, movilidad sonificada, plataformas sónicas

---

<sup>4</sup> Otro pensador de este fenómeno informacional en el territorio es el filósofo español Javier Echeverría quien pone en juego la idea de un «tercer entorno», también denominado Telépolis, que se superpone a otros dos: primero, la naturaleza y el segundo, la ciudad.

y sonidos emplazados. Esta taxonomía fue útil para identificar procedimientos definidos en la creación de modos interactivos para el transeúnte y, como fue descrito en detalle en otro texto (Gutiérrez y Arango 443-450) los proyectos desarrollados a lo largo de la investigación adelantada en la Universidad de Caldas, en Manizales, Colombia, pueden localizarse en cada una de las categorías de Behrendt.

#### **4. Los datos públicos y la crisis climática**

Entre los sistemas de datos que implementan las ciudades inteligentes nos hemos concentrado en aquellos que pueden consultarse de manera permanente. Encontramos, por un lado, una capa informacional de datos sobre el medioambiente, en donde se cuentan factores, llamémosles no-humanos, como el clima, la velocidad del viento, la previsión de huracanes, tornados y otros fenómenos meteorológicos, la actividad sísmica, la temperatura y humedad, la contaminación del aire y del agua, entre otros. Por otro lado, encontramos una capa informacional que reporta datos sobre las actividades humanas, como el tráfico, los sistemas de transporte público (metros, tranvías, buses, bicicletas, patinetas, etc.), los taxis, servicios de mensajería, domicilios, entre muchos otros. En ambos casos la necesidad en el suministro ágil, equitativo y justo de estos datos, los medios y procedimientos para su adquisición y distribución han evolucionado de un modo acelerado. El hecho de que estos datos sean interpretables los convierte en un criterio interesante para representar el espacio urbano y elaborar una imagen de la ciudad.

La investigación desarrollada entre 2015 y 2018 en Manizales, Colombia, titulada «Diseño de sonido para el espacio urbano» se orientó en problematizar la relación entre la capa física y la informacional del espacio urbano, con respecto a la contaminación del aire. Este tema es especialmente significativo para los habitantes de Manizales por la proximidad de la ciudad a una región volcánica activa. Las frecuentes erupciones de los volcanes vecinos alteran la conformación química del aire que se respira en la ciudad. Recordemos que en 1985 una erupción del nevado del Ruiz originó la avalancha que arrasó con el municipio de Armero.

Desde entonces este tópico se ha convertido en uno de los principales en la agenda de gobierno de Manizales. Las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS) alertan que la polución genera consecuencias adversas en la salud en la población, y esto ha permitido atender el problema de un modo sistemático. Las instituciones gubernamentales se han dedicado a crear programas de divulgación sobre diferentes aspectos de la contaminación del aire, explicitando los riesgos para el sistema respiratorio de la exposición a altos índices de concentración de gases nocivos. Estas instituciones también generan datos actualizados sobre la contaminación a través de redes de sensores y estaciones de monitoreo. A pesar de la disponibilidad de los datos sobre la calidad del aire, la población apenas comienza a consultarlos y a contemplarlos para habitar la ciudad y diseñar sus recorridos urbanos. Como sostienen Born y Barry «los métodos existentes de monitoreo de la calidad del aire no

especifican cómo los individuos deberían interactuar con el aire, al respirar combinaciones y cantidades de gases contaminantes durante las jornadas cotidianas en la ciudad» (114).

En Colombia, no solamente en Manizales, sino también en Bogotá y Medellín, se requiere la adopción de modos alternativos para lidiar con este problema. El fenómeno de aprisionamiento de gases tóxicos como CO<sub>2</sub> emitidos por las industrias y los automóviles en el valle de Aburrá traza un marco de pocas respuestas o direcciones para emprender en Medellín. En Bogotá, la ausencia de una red de metro deja al sistema de buses Transmilenio como el principal responsable del horizonte sombrío para la calidad del aire en la capital. En este sentido, la interpretación de las condiciones ambientales por parte de los ciudadanos no solamente está orientada a revertir el fenómeno de la contaminación, sino también a adaptarse y convivir con él. El cambio de mentalidad sobre la relación con el aire que se respira implica una transformación hacia los hábitos y modos de vida en tiempos de crisis climática.

Para el filósofo de los medios Bernard Stiegler, el periodo de crisis climática que vivimos implica también un deterioro en la producción de conocimiento, que ocurre como consecuencia de la generación indiscriminada de información por parte de entidades automatizadas. El ingreso a una era post-humana de la información es caracterizado por Stiegler como un proceso entrópico:

un periodo en el que la entropía es producida en escala masiva, gracias precisamente al hecho de que lo que ha sido liquidado y automatizado es el conocimiento, de hecho, ya no es conocimiento como se conocía antes, sino que se convirtió en un problema de sistemas cerrados, es decir, de sistemas entrópicos. (2)

Pensar en la crisis climática en el marco de las ciudades contemporáneas desde el punto de vista del arte sonoro sugiere, entre otras operaciones, la utilización de las propiedades comunicacionales del sonido para fortalecer los modos y condiciones de supervivencia humana. El sonido se convierte, bajo esta óptica, en el vínculo entre las dimensiones física e informacional de la ciudad. A diferencia de los lenguajes verbales y visuales, el sonido apela a una dimensión emocional de la comprensión y la cognición prelingüística, en este caso los datos no se enuncian o se señalan, sino que se evocan o aluden de un modo no simbólico. El sonido es dependiente del tiempo, dispensa de la visión y de la razón, y esto le permite representar de manera única los fenómenos del mundo.

## **5. Proyectos asociados: *Esmog Data* y *AirQ J***

En los siguientes párrafos reseñaré un par de trabajos creativos desarrollados durante la investigación adelantada en Manizales. Ellos expresan las inquietudes relatadas con respecto al espacio público, la ciudad y los datos sobre el medioambiente. El primer trabajo es *Esmog Data* (Gutiérrez y Arango 2018), una instalación inmersiva presentada en la exposición

artística del Festival Balance-Unbalance realizado en Manizales en 2016 (Fig. 1)<sup>5</sup>. La pieza genera una representación audiovisual, a través de sonidos y gráficas computacionales, de la concentración de los diferentes gases tóxicos con los que se determina la calidad del aire: CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> y PM<sub>10</sub><sup>6</sup>. Estos datos sobre el medioambiente de Manizales se actualizan en tiempo real.

La obra tiene un componente de audio inmersivo y otro de imagen generativa cuyo contenido se transforma de acuerdo con la lectura que realiza un sistema de captura de la calidad del aire. Los componentes de audio y video se alimentan cada dos segundos de datos que vienen de una estación meteorológica provista de seis sensores, localizada a la entrada del espacio expositivo. De este modo, los datos provistos por la estación comandan el movimiento de partículas en la pantalla y las transformaciones en los procesos de audio.



Fig. 1. Instalación *Esmog Data* (2016), exhibida en el Festival Internacional de la Imagen en Manizales. Fotografía del autor.

Dentro del espacio inmersivo los visitantes de la obra son invitados a discriminar las diferentes variables perceptivas en relación con los gases contaminantes. Se apeló a criterios de la música electroacústica elaborados por el compositor Denis Smalley para establecer las cualidades del sonido que serían mapeadas a cada componente químico. El objetivo en el proceso de sonificación de *Esmog Data* fue despertar un interés por el tema de la contaminación del aire al generar una experiencia auditiva gratificante y provechosa. En este sentido, el visitante de la instalación es invitado a identificar datos sobre el medioambiente a partir de valores musicales complejos como las características del movimiento y la textura del sonido, lo que demanda un esfuerzo de valoración cualitativa del sonido.

<sup>5</sup> La obra fue realizada junto Vanessa Gañán y Christian Quintero, quienes son miembros del programa de la Universidad de Caldas.

<sup>6</sup> *Esmog Data* fue realizada en los programas Pure Data y Processing.

El otro proyecto es la *AirQ Jacket* (Gutiérrez y Arango 2018), que puede verse tanto como un experimento artístico de audio portable como un prototipo de diseño sostenible (Fig. 2)<sup>7</sup>. Se trata de una chaqueta que tiene incrustado un circuito capaz de medir los niveles de contaminación del aire y la temperatura y transformarlos en estímulos acústicos y visuales. La chaqueta tiene un sistema de luces led que reacciona ante los datos suministrados por un sensor, de modo que la prenda cambia de color entre verde, amarillo y rojo siguiendo las convenciones internacionales sobre la calidad del aire. El sistema también reproduce sonido a través de un artefacto similar a un estetoscopio. El usuario de la *AirQ Jacket* debe acercarse este dispositivo a su oído y consultar los datos de la contaminación y la temperatura por medio de un código acústico basado en variables de altura y velocidad de una pulsación sonora<sup>8</sup>.



Fig. 2. Modelo de la *AirQJacket*, un vestible electrónico capaz de representar la contaminación del aire a través de estímulos visuales y sonoros. Fotografía del autor.

El propósito de la *AirQ Jacket* fue proponer condiciones de adaptación a la crisis climática: al vestir la chaqueta el usuario tiene la capacidad de consultar los datos del medioambiente en cualquier momento y lugar, para crear trayectos más saludables y convenientes al recorrer el espacio urbano. El proyecto fue expuesto en la sala de exposición Caja Producciones en Manizales en 2016 y en el International Seminar on Electronic Arts (ISEA) que se celebró en la misma ciudad en 2017.

<sup>7</sup> El proyecto fue creado junto a María Paulina Gutiérrez.

<sup>8</sup> La *AirQ Jacket* fue creada con el microcontrolador Arduino y sensores de la serie MQ.

## 6. Sonificación, música y arte sonoro

Los proyectos reseñados incorporan el audio como un medio para la interpretación y representación de datos sobre el medio ambiente. Esto orientó el trabajo investigativo hacia la práctica científica de la sonificación, que constituye un equivalente auditivo de la visualización de datos. Si bien este tipo de trabajo tiene un papel consolidado en el campo de la ingeniería, en el del arte sonoro apenas encuentra un lugar incipiente. «Sonificación» es un neologismo que indica la conversión o traducción de datos, generalmente numéricos, en eventos sonoros. El surgimiento del término en la década de 1990 coincide con lo que algunos teóricos anglosajones han denominado el «giro hacia el sonido» que se manifiesta tanto en la investigación académica como en la producción artística. Jim Drobnick señala que esta atención al sonido aparece simultáneamente como «un lugar para el análisis, un medio para el compromiso estético y un modelo para la teorización» (10). Desde entonces, el uso del sonido como medio de producción de conocimiento en ciencia, ingeniería y medicina se ha vuelto recurrente (Bijsterveld), a pesar del protagonismo que aún ejercen las formas de representación verbal y visual en estos campos. En el territorio de la creación artística, la creciente producción en arte sonoro atestigua el interés por el potencial estético de las prácticas auditivas. Autores como Tittel; Barrett, Mair; Vickers; Devroop, Titlestad discuten el papel que desempeñan los datos y su influencia en la creación y la experiencia estética, enfocados concretamente en la sonificación y el arte sonoro y sus vínculos con el arte-ciencia. Así mismo Larrioux y Roger, Gresham-Lancaster y Sinclair o Akiyama profundizan en la preocupación sobre el cambio climático. Por su parte, autores como Vickers, Bianchi y Manzo, Gilmurray, Luzia, Barclay, Barbanti o Solomos y Higgins apuntan hacia el concepto de un arte sonoro ecológico o ambientalista.

Desde un punto de vista pragmático y técnico, se entiende que sonificación es «la expresión de información a través de audio no-verbal» (Kramer 7). Los atributos comunicacionales del sonido, tales como su condición no-visual y no-verbal, su dependencia del tiempo o su carácter simbólico, son aprovechados en los procesos científicos como una herramienta alternativa para explorar los datos. Estudios científicos incorporan la sonificación en la búsqueda de patrones en contextos impredecibles o caóticos o en bases de datos de tamaño gigante (Big Data). Desde un punto de vista estético el objetivo de la sonificación sería producir «representaciones auditivas que permitan una introspección sobre los datos y realidades permitiendo que ocurra la inferencia y la producción de sentido» (Barras y Vickers 146). La sonificación descansa en un modo de escucha consensual, en donde las estructuras sonoras alcanzan un significado únicamente dentro de un contexto de oyentes que comparten el código. La sonificación provee significados suplementarios y provisionales a las señales audibles y genera imágenes acústicas de la realidad circundante.

A pesar de que la dimensión estética de la sonificación apenas empieza a ponerse sobre la mesa en la discusión científica, la necesidad de apelar a un dominio de datos para generar contenidos es una preocupación central de algunos compositores de música erudita, particularmente los adscritos a la segunda escuela de Viena. Compositores como Arnold

Schoenberg, Alban Berg y Anton Webern reformularon la composición de su momento al rechazar deliberadamente la tonalidad y adoptar técnicas de doce sonidos llamadas seriales. La generación posterior denominada serialismo integral o total extendió los modos en que el dominio de datos se aplica a la música, direccionando flujos de datos a parámetros musicales como la altura, la duración, la dinámica o la orquestación. Aunque existen otros compositores de comienzos del siglo XX que exploraron modelos de la matemática moderna como fuente para la creación de su música, en esta tradición el compositor griego Iannis Xenakis permanece como uno de los pilares para comprender los aspectos estéticos de la sonificación y los objetivos comunes entre la música, el arte sonoro y la ciencia moderna. Al discutir el interés de Xenakis en los autómatas celulares, el investigador Makis Solomos extrae el concepto de «turbulencia fluida» como una fuerza natural cuya dinámica interna y comportamiento emergente dio lugar a la composición orquestal *Horos* de 1986.

Algunos trabajos recientes de arte sonoro consagrados a la sonificación retoman este interés de Xenakis por la estructura interna de la naturaleza como una fuente de datos. Es el caso de la obra *Storm Sonification Project* (2004) de la artista Andrea Polli, que aprovecha el sonido para infundir en el visitante la sensación de inmensidad provocada por el paso de una tormenta. También el caso de la obra *Sonic Pavilion* (2009) de Doug Atkein, que amplifica señales telúricas con micrófonos y captadores localizados a doscientos metros bajo la tierra haciéndolas vibrar en un edificio especialmente construido para ese fin. Según Supper, al permitir que el espectador sea testigo de fenómenos que, de otro modo solo podrían presenciarse en la naturaleza bajo su propio riesgo, como la actividad meteorológica o telúrica, la sonificación artística puede llevar al oyente a una experiencia abrumadora y sublime.

## 7. El arte-ciencia del sonido

La sonificación puede verse también como una práctica interdisciplinar con el sonido, capaz de vincular arte y ciencia. La investigadora Alexandra Supper propone que la sonificación genera un intercambio de legitimidad entre estos campos del saber, resaltando el apoyo retórico que se ofrecen mutuamente. El texto de Supper, consagrado a la sonificación artística, basa su raciocinio en otro estudio realizado por Georgina Born y Andrew Barry sobre practicantes en el área de arte-ciencia en Estados Unidos, el Reino Unido y Australia. En ambos textos se analizan las tres lógicas de la sonificación que encuentran espacio y vigencia en una economía del conocimiento, donde se evidencia la interdependencia entre el arte y la ciencia: impacto, innovación y ontología.

Uno de los espacios en donde suelen localizarse los proyectos de sonificación es en la difusión y divulgación del conocimiento producido en un proyecto de investigación científica. En la lógica del impacto, la sonificación tiene la capacidad de llevar a una esfera pública o a circuitos disciplinares ajenos resultados que, de otro modo, solo serían consultados por especialistas. La importancia de esto radica en que el arte sonoro puede

ayudar a construir una base común sobre las respuestas y soluciones que la ciencia otorga a la sociedad. El arte de manipular los sonidos también contribuye en los procesos científicos y de diseño tecnológico. Como se mencionó, los modos de observación, monitoreo y notificación de información que ofrece la sonificación invocan a una nueva generación de servicios sonoros, que atienden a la lógica de la innovación tecnológica.

Por último, y es aquí donde se inscriben los proyectos reportados en este texto, Supper (35) plantea la lógica de la ontología como una «orientación en las prácticas interdisciplinarias a crear un cambio ontológico tanto en el objeto(s) de investigación, como en las relaciones entre los sujetos y los objetos de investigación» (Born y Barry 103). De este modo, al lidiar desde la sonificación artística con el problema de la contaminación del medioambiente, «la calidad del aire dejaría de ser una cualidad del medio ambiente y pasaría a ser entendida como una relación entre el aire y los individuos que lo respiran o que les afecta» (Born y Barry 103). En este sentido, los proyectos realizados buscan promover un cambio ontológico, tanto en lo que se entiende por calidad del aire, como en la relación de este con los ciudadanos locales.

## 8. *BUZU* (2018-2019)

Bajo la lógica de un cambio ontológico generado por la construcción de una imagen de la ciudad a partir de datos consultables, desarrollamos junto a investigadores de la Universidad de São Paulo en Brasil la obra *BUZU*<sup>9</sup>. La obra fue desarrollada en el contexto de la estancia posdoctoral realizada en esa institución entre 2018 y 2019, cuyo resultado principal fue la exposición *Sonidos de Silicio* (Arango *et al.* 2020) que tuvo dos versiones. La primera ocurrió entre el 1 y el 26 de abril de 2019 en el espacio de las Artes, en el edificio del antiguo museo de arte contemporáneo, localizado al interior de la Universidad de São Paulo (Fig. 3). La segunda edición ocurrió entre el 9 de septiembre y el 12 de diciembre de 2019 en el Centro Universitário Maria Antonia, una dependencia de la Universidad de São Paulo localizada en el centro de la ciudad que fue refugio de estudiantes durante la dictadura militar. Además de la exhibición de veinticuatro obras de arte sonoro que exploran la lutería experimental, tema de la exposición, se realizaron más de quince eventos de activación, performances y talleres.

---

<sup>9</sup> Este trabajo fue realizado junto a Fernando Iazzetta y Esteban Viveiros.

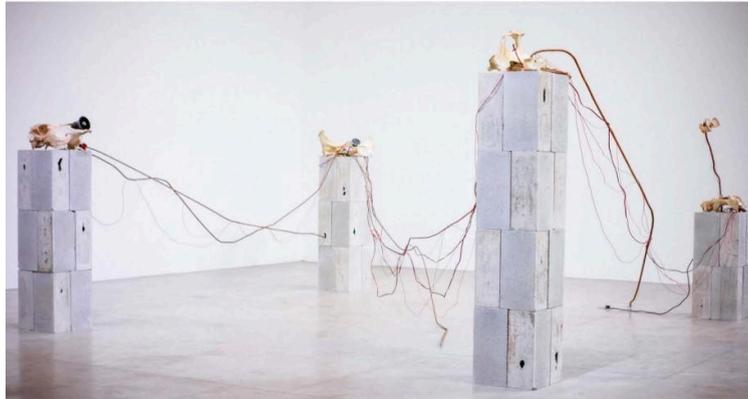


Fig. 3. La exposición *Sonidos de Silicio*, realizada en São Paulo, Brasil, en 2019, reunió más de veinte obras de arte sonoro. Fotografía del autor.

La instalación *BUZU* (Fig. 4) fue el pretexto para la realización de la exposición *Sonidos de Silicio* pues, por el carácter científico de la pieza, esta recibió apoyo financiero del proyecto InterSCity, una iniciativa de desarrollo institucional sobre el internet del futuro y las Ciudades Inteligentes (Batista *et al.* 2016). *BUZU* propone una imagen acústica de São Paulo recuperando información del sistema de transporte público de autobuses de la ciudad, que incluye 2183 líneas. Del conjunto de datos original publicado por la empresa SPTrans, comparamos el comportamiento del sistema en un día de tránsito normal, con los días de vacaciones de Semana Santa. De esta forma pudimos establecer comportamientos del sistema durante días de tráfico pesado y ligero. En *BUZU* el conjunto de datos se implementa para alimentar un sistema audiovisual creado en PureData y Processing. El audio se proyecta mediante un sistema de altavoces cuadrafónicos y las imágenes se muestran en una pantalla central. La información base de texto se presenta en cuatro pequeñas pantallas LCD distribuidas alrededor de la estructura central. Al explorar representaciones alternativas de la ciudad, el proyecto adopta la sonificación como estrategia principal.



Fig. 4. La instalación *BUZU* fue estrenada en el evento inaugural de la exposición *Sonidos de Silicio*. Fotografía del autor.

Aprovechando las técnicas de representación y conversión de datos en sonido, *BUZU* ofrece una experiencia poética en la percepción del paso del tiempo al contemplar el tráfico urbano. Al visitar la instalación, es posible experimentar una especie de encantamiento poético al contemplar la complejidad del sistema. Al mismo tiempo, emerge una imagen de la ciudad cuando el visitante se da cuenta de la relación entre el sonido y el mapa dinámico. En este sentido, el objetivo del proyecto se cumplió, ya que nuestra intención era generar una visión alternativa de São Paulo recuperando datos del sistema de transporte en autobús.

## 9. Conclusiones

En los procesos de generación de conocimiento, a medida que se aproximan los objetivos trazados, se precipitan nuevas preguntas que muestran nuevos horizontes y suscitan re-direccionamientos y desvíos. Olvidar las preguntas iniciales y adoptar nuevas es a la vez un motor y un freno. Sin traicionar la curiosidad y el rigor, el investigador debe tejer los vínculos entre las preguntas iniciales y las que van apareciendo. La articulación entre ellas a través de un mismo raciocinio es uno de los aspectos que identifican proyectos de largo y corto aliento. En la investigación científica los textos e informes parciales reportan, dentro de un contexto especializado, algunos de estos objetivos y tópicos provisionales. Sin embargo, como es esperable, tarde o temprano, algunas militancias y afirmaciones osadas acaban por desmentirse. El texto representa un esfuerzo por elaborar un raciocinio que unifique los intereses acumulados en dos proyectos de investigación que señalan hacia puntos de fuga por momentos divergentes. En este sentido, la posibilidad que ofrece la investigación-creación de elaborar entre sus resultados obras artísticas, genera otro tipo de relación con objetivos olvidados, se hayan alcanzado o no. A diferencia del ensayo o el reporte científico, la obra de arte tiene la capacidad de movilizar a otros de manera directa, de sembrar inquietudes en quien no se lo espera, de operar a través de la experiencia y de explorar la dimensión vivencial de las ideas.

De este modo, tras la pregunta inicial sobre las propiedades socializantes y vinculantes del sonido en el espacio público, se observaron nuevos horizontes conceptuales al cuestionarse sobre el papel de los medios digitales y los datos que generan en la vida urbana contemporánea, y cómo esto puede ser aprovechado en el arte sonoro. El concepto de ciudades inteligentes debe observarse con sentido crítico. Sin embargo, es también importante reconocer la hegemonía de los medios digitales en la ciudad. Autores como Lemos o Behrendt permiten visibilizar un campo de trabajo para el arte sonoro locativo en este contexto. Esta forma de expresión vendría a discutir la cultura de audio móvil conformada por sujetos que construyen su personalidad observándose a sí mismos en medio de los otros, sujetos inseparables de sus audífonos, seres con una extensión corporal en los oídos que extiende su percepción. En la ciudad inteligente el sujeto escucha lo que necesita en cualquier momento y lugar, y esta nueva condición es también una forma de entender y habitar el territorio. La mutación del espacio promovida por la tecnología digital se desdobra

a un nuevo estatuto para el ciudadano, contemplando la ubicuidad de su escucha y la pérdida de los límites de espacio y tiempo.

Al descubrir que existe una gigantesca cantidad de datos que residen en la nube y que describe el espacio físico de la ciudad, surgieron nuevas preguntas. Nos llamaron la atención los datos que se ocupan del medioambiente, en especial de la contaminación del aire. Al cruzar las mediciones de las redes de sensores que cubren la ciudad se logran estimar datos sobre la polución, que se vuelven cada vez más importantes para los ciudadanos. Decimos cada vez no porque el problema sea cada vez peor, sino porque paulatinamente más personas toman consciencia de que es la especie humana la que originó cambios irreversibles. Cada vez más se torna pertinente preguntarse ¿qué es la naturaleza? La crisis climática nos ayuda a hacernos esta pregunta y no necesariamente a encontrar la respuesta. Ingresamos a una era post-humana donde debemos lidiar con la entropía de los sistemas cerrados, y dentro de esta coyuntura se vislumbra un rol para el arte sonoro: construir una imagen auditiva de la crisis.

La sonificación constituye una posible estrategia para conciliar los asuntos urbanos, los asuntos medioambientales y las potencias del sonido como medio expresivo. A pesar de tener algunos precedentes en la tradición musical del siglo XX, la sonificación se revela como una práctica contemporánea con el sonido, que aprovecha la interdisciplinariedad de la producción de conocimiento para crear nuevos sonidos y nuevos modos de escuchar los viejos. De esta forma, tras preocuparnos por los aspectos vinculantes del sonido, por el espacio, por los medios digitales y por la crisis climática, nos hacemos la pregunta sobre la relación entre el arte sonoro y la ciencia. El sistema público de autobuses urbanos de la ciudad de São Paulo nos ofreció una fuente para especular sobre la utilidad de la ingeniería y la experiencia del sonido, y la dimensión estética de la sonificación.

Llegados a este punto encontramos una vez más un espacio para el arte sonoro dentro de las lógicas del impacto científico, la innovación y la ontología del objeto y del sujeto de investigación. Observamos hacia atrás y encontramos en las diferentes estaciones del transcurso propuestas de arte sonoro llenas de sensibilidad y de potencias urbanas. De hecho, observamos que los experimentos realizados junto a los estudiantes reflejan, si no todas, algunas de nuestras variadas inquietudes.

## Referencias

- Akiyama, Mitchell. «Dataffect: Numerical Epistemology and the Art of Data Sonification». *Leonardo Music Journal*, vol. 24, 2014, pp. 29-32.
- Andueza Olmedo, María. *Creación, sonido y ciudad: un contexto para la instalación sonora en el espacio público*. Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid, 2011.
- Arango, Julián Jaramillo. «Cartografías de la sorpresa: prácticas artísticas y paisajes sonoros urbanos en Colombia». *Cuadernos de música, artes visuales y artes escénicas*, vol. 13, n.º 1, 2018, pp. 173-191.
- Arango, Julián Jaramillo. «Esmog Data: Interpreting Air Quality Through Media Art and Design». *Leonardo*, vol. 51, n.º 2, 2018, pp. 183-183.

- Arango, Julián Jaramillo, *et al.* «Looking for a Place for Sonification: Sons de Silício and the Buzu Installation». *Per Musi*, n.º 40, 2020, pp. 1-14.
- Barbanti, Roberto. «Listening to the Landscape for an Ecosophic Aesthetic». *Paragraph*, vol. 41, n.º 1, 2018, pp. 62-78.
- Barclay, Leah. «Acoustic Ecology and Ecological Sound Art: Listening to Changing Ecosystems». *Sound, Media, Ecology*, editado por Milena Droumeva y Randolph Jordan, Cham: Palgrave Macmillan, 2019, pp. 153-177.
- Barrett, Natasha y Karen Mair. «Aftershock: A Science–art Collaboration Through Sonification». *Organised Sound*, vol. 19, n.º 1, 2014, pp. 4-16.
- Barber, Llorenç. «Conciertos de ciudad o el componer de las distancias». *Música D’Ara*, n.º 5, 2002, pp. 69-79.
- Barras, Stephen y Paul Vickers. «Sonification Design and Aesthetics». *The sonification handbook*. Editado por Thomas Hermann, Andy Hunt y John G. Neuhof, Berlín: Logos Verlag, 2011, vol. 1.
- Batista, Daniel Macêdo *et al.* «Interscity: Addressing Future Internet Research Challenges for Smart Cities». *7th International Conference on the Network of the Future*, Buzios: IEEE, 2016.
- Behrendt, Frauke. «Locative Media as Sonic Interaction Design: Walking Through Placed Sounds». *Wi Journal of Mobile Media*, vol. 9, n.º 2, 2015, pp. 1-24.
- Bella, María y Miguel Álvarez Fernández. «Itinerarios del sonido: 14 artistas escuchan Madrid». *Pasajes de arquitectura y crítica*, n.º 68, 2005, pp. 32-35.
- Bianchi, Frederick y V. J. Manzo, eds. *Environmental sound artists: In their own words*. Oxford: Oxford University Press, 2016.
- Bijsterveld, Karin. *Sonic Skills: Listening for Knowledge in Science, Medicine and Engineering (1920s-Present)*. Londres: Springer Nature, 2019.
- Born, Georgina y Andrew Barry. «Art-science: From Public Understanding to Public Experiment». *Journal of Cultural Economy*, vol. 3, n.º 1, 2010, pp. 103-119.
- Bull, Michael. *Sounding out the city: Personal Stereos and the Management of Everyday Life*. Oxford: Berg, 2000.
- Chambers, Iain. *Popular Culture: The Metropolitan Experience*. Londres: Routledge, 2002.
- Devroop, Chatradari y Michael Titlestad. «Sonification and Music: Science Meets Art». *English Studies in Africa*, vol. 64, n.º 1-2, 2021, pp. 181-191.
- Drobnick, Jim, ed. *Aural Cultures*. Toronto: Yyz Books, 2004.
- Fernández González, Manuel. «La construcción del discurso de la smart city: mitos implícitos y sus consecuencias socio-políticas». *URBS: Revista de estudios urbanos y ciencias sociales*, vol. 6, n.º 2, 2016, pp. 83-99.
- Gilmurray, Jonathan. «Ecological Sound Art». *The Bloomsbury Handbook of Sonic Methodologies*, editado por Michael Bull y Marcel Cobussen, Nueva York: Bloomsbury Academic, 2021, pp. 449-458.
- Greenfield, Adam. *Against the Smart City: A Pamphlet. This is Part I of The City is Here to Use*. Nueva York: Do projects, 2013.

- Gresham-Lancaster, Scot y Peter Sinclair. «Sonification and Acoustic Environments». *Leonardo Music Journal*, vol. 22, 2012, pp. 67-71.
- Gutiérrez Arango, Maria Paulina y Julián Jaramillo Arango. «Design Process for Wearable Technologies and Urban Ecology, AirQ Jacket». *Proceedings of the 23rd International Symposium on Electronic Art (ISEA) 2017*, editado por Felipe C. Londoño, et. al., Manizales: Universidad de Caldas, 2017, pp. 443-452.
- Hernández Gálvez, Alejandro. «La reinención de la subjetividad». *Sobreestimulación*, editado por Michel Rojkind, México: Arquine, 2014, pp. 34-37.
- Hosokawa, Shuhei. «The Walkman Effect». *Popular music*, vol. 4, 1984, pp. 165-180.
- Kramer, Gregory, ed. «An Introduction to Auditory Display». *Auditory Display: Sonification, Audification and Auditory Interfaces, SFI Studies in the Sciences of Complexity*, Boston: Addison-Wesley, 1994, pp. 1-17.
- Kwon, Miwon. *One place after another: Site-specific art and locational identity*. Cambridge (Massachusetts) y Londres: MIT press, 2004.
- LaBelle, Brandon. *Background Noise: Perspectives on Sound Art*. Nueva York: Bloomsbury Publishing, 2015.
- LaRrieux, Eric y Mélia Roger. «The Air Listening Station: Bridging the gap between Sound Art and Sonification». *Proceedings of the 18th International Audio Mostly Conference*. New York: Association for Computing Machinery, 2023, pp. 85-92.
- Lemos, André. «Mídia locativa e territórios informacionais». *Estéticas tecnológicas: novos modos de sentir*, editado por Lucia Santaella y Priscila Arantes, São Paulo: Educ, 2008, pp. 207-230.
- Luzia, Luís Sequeira. *Environmental Awareness Through the Development of Sound Installations*. Trabajo de Fin de Máster, Universidade do Porto, 2022.
- Simmel, Georg. «The Metropolis and Modern Life». *Simmel: On Individuality and Social Forms*. Chicago: University of Chicago Press, 1971, p. 324.
- Smalley, Denis. «Spectromorphology: Explaining Sound Shapes». *Organised Sound*, vol. 2, n.º 2, 1997, pp. 107-126.
- Solomos, Makis. «Cellular Automata in Xenakis's Music. Theory and Practice». *Definitive Proceedings of the International Symposium Iannis Xenakis (Athens, May 2005)*, editado por Makis Solomos, Anastasia Georgaki y Giorgos Zervos, Atenas, 2005.
- Solomos, Makis y Jennifer Higgins. *Exploring the Ecologies of Music and Sound: Environmental, Mental and Social Ecologies in Music, Sound Art and Artivisms*. Londres: Routledge, 2023.
- Supper, Alexandra. «Sublime frequencies: The construction of sublime listening experiences in the sonification of scientific data». *Social Studies of Science*, vol. 44, n.º 1, 2014, pp. 34-58.
- Rivière, Henar. «La escritura performativa del grupo zaj: arte postal, libros de artista, etcéteras». *Hispanic Issues On Line*, vol. 21, 2018, pp. 136-168.

- Stiegler, Bernard. «Escaping the Anthropocene». *The Crisis Conundrum: How to Reconcile Economy and Society*, editado por Mauro Magatti, Cham: Palgrave Macmillan, 2017, pp. 149-163.
- Tittel, Claudia. «Sound Art as Sonification, and the Artistic Treatment of Features in our Surroundings». *Organised Sound*, vol. 14, n.º 1, 2009, pp. 57-64.
- Vickers, Paul. «Sonification and music, music and sonification». *The Routledge Companion to Sounding Art*, editado por Marcel Cobussen, Vincent Meelberg y Barry Truax, Londres: Routledge, 2016, pp. 135-144.
- Vickers, Paul. «Ars Informatica-Ars Electronica: Improving Sonification Aesthetics», *Understanding and Designing for Aesthetic Experience (workshop The 19th British HCI Group Annual Conference)*, Edimburgo: Northumbria, 2005, pp. 1-5.
- Weiser, Mark. «The Computer for the 21st Century». *Scientific American*, vol. 265, n.º 3, 1991, pp. 94-105.

