Bioarte y sonificación vegetal: un experimento posible

Rodrigo Arrey
Pontificia Universidad Católica de Chile
riarrey@uc.cl

El presente ensayo examina la práctica de sonificación de plantas desde las premisas experimentales del *bioarte* vitalista (Mitchell 2010). Se plantea que, mientras la sonificación convencional de plantas busca representar procesos biológicos vegetales mediante sonidos, el enfoque vitalista ilumina posibilidades de interactuar material y experimentalmente con tales procesos, guiado por la inquietud sobre qué podría la vida *hacer* y no sobre cómo podría *representarse*. A partir de esta premisa, se examinan instancias interactivas de sonificación (Hermann 2019) que permitan imaginar dispositivos planta-robot (Bakke 2019) en los que el sonido interactúe materialmente con procesos biológicos vegetales.

Se analizan tres modalidades de sonificación aplicadas a plantas. Las dos primeras constituyen prácticas comunes de carácter representacional: la sonificación *científica* descrita por Scaletti (2018) y el modelo convencional de sonificación vegetal con electrodos, aquí denominado *ambiental* (Morton 2007). A pesar de sus diferencias, ambos modos de sonificación operan desestimando las especificidades materiales sea del sonido o de las plantas en función de su mecanismo representacional. La tercera modalidad, en cambio, interactiva y alineada a las premisas del bioarte vitalista, se sugiere como un horizonte experimental posible en el que el sonido interactúa directamente con procesos *fonotrópicos* de raíces en plantas (Gagliano et al. 2012).

Cada modalidad de sonificación es ponderada críticamente en virtud del tipo de relación que establece con la vida vegetal. En este sentido, orientar la sonificación de plantas hacia las coordenadas del bioarte vitalista se inscribe en un horizonte más amplio de problemáticas que buscan reflexionar sobre las condiciones que harían posibles encuentros más simétricos e interactivos con vidas no-humanas. Intercalando ideas del campo de la filosofía de las plantas (Marder 2013; Coccia 2017) con los conceptos y técnicas que definen las sonificaciones examinadas, este ensayo busca abrir espacios a nuevas perspectivas para comprender y relacionarse con vidas vegetales.

El rigor inferencial de la sonificación científica

Por sonificación entendemos el conjunto de técnicas que se usan para representar datos o información a través de sonidos.[1] Sonificar se presenta habitualmente como una estrategia perceptiva que permite *hacer audible lo inaudible* en un sentido particular: esto es, hacer escuchables los datos para descubrir patrones que podrían pasar desapercibidos en

1. Un conjunto de datos, según Scaletti (2018), puede definirse al menos de dos formas: *temporalmente*, como una secuencia de mediciones sucesivas realizadas en intervalos de tiempo iguales; o *espacialmente*, como una matriz donde cada columna representa una variable y cada fila un miembro del conjunto.

Licencia Creative Commons 4.0 "Reconocimiento-Sin Derivar- No Comercial" http://doi.org/10.7764/res.2025.56.13.

representaciones visuales. Una técnica común para lograr esto consiste en asignar variables sonoras –como altura, amplitud o timbre– a distintos aspectos o dimensiones de los datos.[2] Independientemente de la técnica empleada, en todo caso, una sonificación solo puede llegar a considerarse *científica* –siguiendo a Scaletti (2018)– cuando permite *inferir* cualidades estructurales de los datos a través del sonido.

Esta operación inferencial, no obstante, exige una absoluta subordinación del sonido a la inteligibilidad de los datos. "En un escenario ideal –dice Scaletti (2018)– el sonido de una sonificación se desvanece en el fondo dejando solo la estructura del modelo subyacente" (379). Otro modo de ilustrar esta relación es pensando el sonido como un *mediador evanescente* de los datos. Dolar (2007) usa esta expresión en el contexto de la voz humana y su relación con el significado: la voz constituye el soporte sonoro que hace posible la comunicación pero que, paradójicamente, debe desvanecerse materialmente para no obstruir la fluidez y éxito del acto comunicativo. Tanto en la voz como en la sonificación científica, dicho de otra manera, la materialidad del sonido desempeña la función de una escalera "que será descartada cuando hayamos logrado llegar a la cumbre ... del significado" (27).

Las plantas no constituyen ningún objeto especial para la sonificación científica.[3] Su ausencia hasta este punto solo refleja la indiferencia de la sonificación científica por la irreductible materialidad de los objetos o fenómenos que aborda. Y esto pues lo decisivo al diseñar este tipo de sonificaciones son realmente las propiedades de los *datos* involucrados: si son nominales u ordinales; si son piezas discretas o flujos continuos de información; etc. Por ejemplo, es usual representar datos nominales –que clasifican o categorizan– con parámetros sonoros que cambian de forma categorial –como el timbre–; mientras que los datos ordinales –que indican cantidades o valores de un rango– suelen representarse empleando parámetros sonoros de cambio continuo –como la altura o la amplitud (Walker y Nees 2011, 18)–. En definitiva, es la naturaleza de los datos lo que determina el parámetro sonoro más o menos adecuado a ser asignado en la sonificación científica.[4]

Conviene ilustrar una aplicación hipotética de sonificación científica al fenómeno de *circumnutación* vegetal. Imposibles de percibir a ojo desnudo, las circumnutaciones son movimientos helicoidales de órganos de plantas cuyas puntas contornean diversas formas en períodos que pueden abarcar desde minutos a horas de duración (Stolarz 2009). Cada variable espacio-temporal de estos movimientos –la amplitud de su trayectoria; el tiempo que tarda en completarse un ciclo; la forma (*shape*) específica que describen y su sentido horario– podría asignarse a un parámetro sonoro distinto y, de esta manera, beneficiarse de un entendimiento comparativo de los datos. Esta estrategia comparativa de sonificación resulta especialmente ventajosa si, por lo demás, consideramos que los movimientos de circumnutación se ven

2. Esta técnica recibe el nombre de *Parameter Mapping Sonification* (PMS). Otra técnica común –la mayoría examinadas en Hermann, Hunt y Neuhoff (2011)– consiste en la *audificación*, que transforma directamente los datos a muestras (*samples*) de una señal de audio digital.

3. El término *plantas* alude aquí al taxón *Tracheophyta* (esto es, las plantas vasculares), dado que "son las plantas más conocidas y abundantes, y por lo tanto aquellas que quizás más cercanamente se alinean con el uso general del término *planta*" (Hall 2020, 320).

4. Vickers (2020) apunta algunas dificultades que subrayan la relación entre sonificación y el sonido como un evento en el mundo real. Por ejemplo, mientras que un incremento en la altura física de un objeto podría intuitivamente mapearse a un aumento en la altura de un sonido, un aumento en el peso de un objeto debería mapearse inversamente a un incremento de frecuencias más graves.

influenciados tanto por factores exógenos como endógenos, variando entre especies de plantas (Stolarz 2009).

Tales ventajas, sin embargo, no deben persuadirnos de estimar las instancias de sonificación científica como encuentros con el mundo o temporalidad de las plantas: al menos no como encuentros *interactivos* capaces de transformar el pensamiento humano como un efecto no planificado de nuestra exposición al mundo vegetal; pero tampoco como oportunidades para descubrir rastros de lo vegetal en lo humano o viceversa (Marder 2013). La planta en la sonificación científica –en verdad, cualquiera de sus objetos– existe solamente como *dato*: su presencia material es puramente referencial y totalmente prescindible, mientras que su temporalidad se escala en beneficio de la percepción humana. Y el sonido, finalmente, solo interactúa con los datos, subordinándose a estos en función de su *representación*.

La opacidad de la sonificación ambiental

En su forma más convencional, la sonificación de plantas consiste en hacer audibles las interacciones de una planta con variables ambientales. Esto se logra colocando electrodos sobre las hojas de la planta, los cuales registran señales bioeléctricas cuyas variaciones están relacionadas a sus procesos biológicos.[5] Estas variaciones, influenciadas por factores como la humedad, la temperatura o el tacto humano, se usan para modificar parámetros de un sistema musical dinámico al que están vinculadas mediante un mapeo. Dado que esto se consigue empleando dispositivos que convierten las señales vegetales en mensajes MIDI, los procesos creativos involucrados en este tipo de sonificaciones gozan de todas las ventajas de control ofrecidas por los Digital Audio Workstations (DAW) contemporáneos.

A diferencia del rigor del modelo científico, no obstante, la modalidad convencional de sonificación de plantas –aquí designada *ambiental* (Morton 2007)– celebra la opacidad de los datos. Y es que el mapeo de las variaciones en las señales vegetales a parámetros musicales, en realidad, solo transmite un sentido *medial* de comunicación: en otras palabras, el significado específico de las señales bioeléctricas vegetales no importa más que la simple constatación de saber que la planta está interactuando con el mundo que la rodea. El sonido en este dispositivo, por lo tanto, solo puede llegar a ser una representación de interacciones vagas e indefinidas. "El arte ambiental –indica Morton (2007)– busca hacer conocido lo desconocido, como la ciencia. Pero también desea retener el sabor de lo desconocido, una cierta opacidad mistificadora –de otro modo el arte ambiental sería de hecho ciencia" (96).[6]

Como consecuencia de lo anterior, la planta en la sonificación ambiental deviene una fuerza anónima que cumple la sola función de excitar un sistema musical con el cual no interactúa materialmente. Si en el caso de la sonificación científica es la materialidad sonora lo que se desvanece hacia el fondo para exponer transparentemente la estructura de los datos, en la sonificación ambiental es la planta lo que queda reducido a una superficie material anónima

5. De acuerdo a Miller y Cox (2024), los datos obtenidos a través de electrodos no indican realmente la actividad eléctrica de la planta, sino más bien el "contenido de agua en la hoja en un punto particular de su ciclo respiratorio diario" (párr. 3.11).

6. Y agrega: "La opacidad es la cualidad ambiental. Apenas sepamos qué es lo que [por ejemplo] las ballenas están cantando, sus mensajes estarán en el frente y no en el fondo. La poética ambiental se trata de hacer imperceptible lo perceptible, manteniendo la forma de su imperceptibilidad –hacer visible lo invisible, audible lo inaudible" (Morton 2007, 96).

en aras de activar una vaga interacción medial. Así, la sonificación ambiental perpetúa aquella dicotomía que distingue lo humano de la naturaleza como una diferencia entre lo simbólico –el codificado sistema musical– y lo a-significante –el mudo e inescrutable anonimato de potencialmente cualquier planta a sonificar– (Watkins 2018).

La instalación *Perimeter Pfynwald* (2018) del artista suizo Marcus Maeder reproduce explícitamente tal dicotomía.[7] La obra, en un intento por hacer escuchables los efectos del calentamiento global en el bosque *Pfynwald* en Suiza, nos presenta grabaciones de los paisajes sonoros del bosque junto a sonificaciones que representan datos climáticos de humedad y temperatura. En este escenario, el bosque en sí mismo *no significa*: las grabaciones de campo figuran, metonímicamente, como la materia muda que sería el bosque en sí y sobre la cual se inscribirían los sonidos de la sonificación que la dotan de significado. La sonificación aquí constituye –según la descripción del artista– la *voz sintética* del bosque: una voz que otorga significado a las grabaciones de campo, las cuales, se infiere, no poseerían significado por sí mismas o no serían capaces de comunicarlo.[8]

Sin embargo, el hecho es que los sonidos del bosque no necesitan ser suplementados de significado: nuestro acceso tecnológico a los mismos "no equivale al acceso de significados encarnados y contextuales que esos sonidos tienen para otros no-humanos" (Watkins 2018, 145). Precisamente porque plantas y bosques poseen sus propias formas de acceder, influenciar y ser influenciados por un mundo que no coincide con el humano, es que puede sostenerse que las plantas *piensan* –aunque como un "pensamiento sin cabeza" (Marder 2013)– o que el bosque constituye un *cerebro* –pero uno que no es "órgano humano [...] sino un trazo de la materia que posee saber y conocimiento" (Coccia 2017, 104)–.[9] Y esta es la presuposición que atraviesa al *bioarte vitalista*: pues, dado que "la vida no puede ser totalmente explicada por conceptos y presunciones científicas *actuales*" es que este "desarrolla experimentos para así provocar nuevas preguntas y aproximaciones a los seres vivos" (Mitchell 2010, 33). En otras palabras, no se trata de buscar o salvaguardar significados o modos de representar la vida, sino más bien de "explorar que puede la vida *hacer*" (Mitchell 2010, 32).

Bioarte y sonificaciones interactivas

Si interrogar lo que la vida puede *hacer* tiene sentido, es porque la vida necesita poseer *algún* sentido (*logos*). La tendencia vitalista del bioarte, en otras palabras, debe presuponer necesariamente una racionalidad en las formas de vida que posibilite no solo indagar sus capacidades, sino asumir su docilidad, su capacidad de transformación sin eximirla de tal

7. La instalación posee una versión física y otra web-interactiva. Este texto trabaja con esta última, y su descripción fue recuperada desde el sitio web que la aloja [https://critical-zones.zkm.de/#!/detail:perimeter-pfynwald-a-soundscape-observatory].

8. Por supuesto, las grabaciones de campo también constituyen un mecanismo representacional. Sin embargo, se interpreta que la obra de Maeder –en virtud del análisis realizado– reproduce en algún grado las pretensiones de objetividad que atraviesan al dispositivo de grabación de campo como un registro sonoro fidedigno de la realidad (Akiyama 2010). Si las sonificaciones son la voz del bosque, entonces las grabaciones, se infiere, serían su *sonido* como *mediador evanescente*, la materia muda sobre la cual se inscribe el significado.

9. Estas analogías pueden leerse no tanto como maneras de antropomorfizar vidas vegetales, sino más bien como ejemplos –aunque algo esquemáticos– de encuentros simétricos e interactivos que reflejan cómo el pensamiento humano podría "des-humanizarse y devenir como-planta, alterado por su encuentro con el mundo vegetal" (Marder 2013, 10).

racionalidad. Por lo mismo, esta no puede limitarse a una capacidad humana, sino que debe extenderse como un hecho cósmico: como la necesidad de una razón silenciosa cómplice en "la génesis de cada una de las formas de las que el mundo se compone" (Coccia 2017, 27); pero además como la garantía de un mundo como "laboratorio alquímico [en el que] todo parece cambiar de naturaleza" (49). Si la materia y las formas de vida no constituyen meras superficies mudas y anónimas de inscripción de significados, la dimensión experimental del bioarte se presenta –siguiendo la idea de *arte* que afirma Benjamin (2019) en alguno de sus pasajes– más como una "propuesta de mejora de la naturaleza, un post-hacer cuya intimidad más escondida es un pre-hacer" (139).

A todas luces, esta premisa es lo que parece fundamentar un proyecto como *The Search for Luminosity* (2005-7) de la artista norteamericana Allison Kudla.[10] Parte de la obra consiste en un dispositivo híbrido robot-planta cuyo mecanismo funciona alterando el ritmo circadiano de un grupo de tréboles púrpuras (*Oxalis Triangularis*), cada uno expuesto a una luz individual programada para encenderse y apagarse en distintos horarios. Luego de adaptarse al ritmo del mecanismo, un sensor detecta la apertura de las hojas de alguno de los tréboles –apertura que acontece autónomamente unos instantes previos al estímulo lumínico– para, de esta manera, encender su luz individual y apagar la luz de otro trébol en el dispositivo. Esto genera un mecanismo secuencial y de reforzamiento en el que, gracias a la memoria circadiana de los tréboles, "les permite [a estos] controlar este sistema de acuerdo a su propio reloj biológico" (Bakke 2019, 217).

El dispositivo robótico, diseñado a medida de los tréboles, no desconoce ni sobrescribe la especificidad material de estos, aunque tampoco persigue ninguna finalidad u objetivo instrumental. Es como una prótesis que no suple carencia alguna, sino que exhibe un puro intercambio *técnico*[11] entre planta y máquina. Y es exactamente esta interacción material sin finalidad evidente lo que determina la naturaleza *experimental* del bioarte vitalista: pues, a diferencia de experimentos más tradicionales, orientados a confirmar o refutar hipótesis específicas, el bioarte vitalista busca configurar escenarios capaces de producir resultados inesperados –verdaderos "generadores de sorpresas" (Rheinberger 1997 en Assis 2018)–. No es sino atravesando esta dimensión "inesperada y desconocida de los resultados –recuerda Assis (2018)– que la ciencia avanza, no confirmando o rechazando conocimiento preexistente" (108).

¿De qué modo dispositivos experimentales como el de Kudla nos permiten imaginar posibles vínculos entre vidas vegetales y sonificación? Las modalidades de sonificación científica y ambiental se diferencian de las aplicaciones *interactivas* descritas por Hermann (2019) en que estas últimas funcionan como prótesis humanas –usualmente en contextos deportivos, de aprendizaje o discapacidad– las cuales serían capaces de amplificar o sustituir información sensorial relevante. Hermann (2019) describe algunas aplicaciones concretas: en contextos de aprendizaje de instrumentos musicales, por ejemplo, la sonificación resulta particularmente

10. La descripción detallada de la obra puede recuperarse del sitio web de la artista: [http://allisonx.com/project/the-search-for-luminosity/].

11. Para Coccia (2021) la técnica es el arte de construir "huevos posnatales" o *capullos*: procedimientos de "rejuvenecimiento" que permiten "deshacerse de la propia naturaleza" (80); fuerzas que nunca se oponen a la vida porque en el fondo constituyen "su expresión más íntima, su dinamismo originario" (81). En algún grado, entonces, la aproximación experimental subraya esta dimensión técnica que comparten vidas humanas y no-humanas, más allá de fines instrumentales.

beneficiosa para indicar mediante sonidos la posición incorrecta del arco de un violín en su ejecución –algo particularmente difícil de corregir *visualmente* para quien comienza su aprendizaje–; o en contextos cotidianos, por ejemplo, un dispositivo de sonificación puede retroalimentar mediante sonidos la posición y ángulo perpendicular adecuado para realizar un orificio con un taladro –nuevamente, una actividad que puede resultar difícil de realizar encomendándose solo a nuestra percepción visual–.

Sin embargo, es posible reorientar estas aplicaciones interactivas de sonificación hacia las premisas experimentales que distinguen al bioarte vitalista. En plantas, específicamente, un escenario posible de interacción lo ofrece el campo de la *bioacústica* vegetal. El experimento descrito en Gagliano et al. (2012) demuestra que, durante la etapa de germinación de la especie *Zea mays* (comúnmente maíz), esta conduce selectivamente el crecimiento de sus raíces hacia rangos de frecuencia específicos: en este caso, sinusoides entre 200 y 300 Hz generadas por parlantes subacuáticos en contextos hidropónicos. ¿De qué maneras sería posible enmarcar fenómenos *fonotrópicos* como este en dispositivos híbridos robot-planta? ¿Qué mapeos sería posible realizar entre *fonotropía* y *fototropía* en plantas? Al fin y al cabo, una obra fototrópica como la de Kudla hace justicia solo a una mitad de seres que son "ecológicamente y estructuralmente dobles" (Coccia 2017), cuyos cuerpos geminados habitan dos entornos diferentes: uno aéreo, solar; y otro terrestre, nocturno.

Hacia posibles sonificaciones de plantas

Analogía I (1971), obra fundacional del bioarte latinoamericano del artista argentino Víctor Grippo, puede interpretarse como una interrogación de lo que una papa (*Solanum tuberosum*) puede *hacer*. La instalación se compone de un circuito de cuarenta papas, las cuales, dispuestas cada una en un casillero distinto, se conectan entre sí mediante:

> una pequeña operación electroquímica: introduciéndole dos electrodos, uno de cobre y uno de zinc, a cada papa. Se obtiene así corriente eléctrica de cada una de ellas, las cuales, ligadas entre sí, producen una cantidad de corriente continua sumada, que es medida con un voltímetro [expuesto al público] para cuantificar exactamente esa corriente en producción (Casanegra 1993 en Longoni 2004, 21).

Las interpretaciones sobre el sentido de la *analogía* varían: desde metaforizar la capacidad del cerebro humano y su vínculo con la tradición andina prehispánica "de ensayar en papas la operación de trepanar cráneos" (Longoni 2004, 22); hasta ser analogía de una ciclicidad vital compartida, pues "[c]on el paso del tiempo, y según las condiciones del medio, podían manifestarse dos síntomas en las papas: o bien morían y la cantidad de energía emitida disminuía en el voltímetro, o bien producían nuevos brotes que perpetuaban su ciclo de vida" (Matewecki 2008, 27). Sin embargo, es el propio Grippo quien ofrece una interpretación más llana y fundamental –vitalista, en última instancia–: "Debemos reparar en lo que no se ve de ellos [los objetos cotidianos] [...] La materia prima está por todos lados, a la vista, y sin embargo descubrirlo es lo más precioso, porque se descubre la forma" (Grippo 1983 en Longoni 2004).

Lo que se descubre es la *forma*: la racionalidad de un proceso vital y no algo "cristalizado" esperando a ser representado adecuadamente. Esto último podría corresponderse con las

sonificaciones realizadas por un artista como Leudar (2018), interesado simplemente en "cómo [las investigaciones científicas] podrían ser llevadas a la vida a través del arte" (3) –en otras palabras, ser *representadas*–.[12] El horizonte del bioarte vitalista, en cambio, nos ofrece una relación experimental con la materia y la vida que provoca y tensiona las presuposiciones metafísicas que separan lo humano de lo no-humano.

Bibliografía

Akiyama, Mitchell. 2010. "Transparent Listening: Soundscape Composition's Objects of Study". *RACAR: Revue d'art Canadienne / Canadian Art Review* 35 (1): 54–62.

Assis, Paulo de. 2018. *Logic of Experimentation*. Lovaina: Leuven University Press.

Bakke, Monica. 2019. "Of Plants and Robots: Art, Architecture and Technoscience for Mixed Societies". En *Why Look at Plants? The Botanical Emergence in Contemporary Art*, editado por Giovanni Alio, 217-220. Leiden: Brill.

Benjamin, Walter. 2019. *La obra de arte en la época de su reproductibilidad técnica*. Buenos Aires: Godot Argentina.

Coccia, Emanuele. 2017. *La vida de las plantas: una metafísica de la mixtura*. Buenos Aires: Miño y Dávila Editores.

_____. 2021. *Metamorfosis*. Buenos Aires: Cactus.

Dolar, Mladen. 2007. *Una voz y nada más*. Buenos Aires: Manantial.

Gagliano, Monica, Stefano Mancuso y Daniel Robert. 2012. "Towards Understanding Plant Bioacoustics". *Trends in Plant Science* 17: 323-325.

Hall, Matthew. 2020. "How Plants Live: Individuality, Activity, and Self". *Environmental Philosophy* 17 (2): 317–345.

Hermann, Thomas, Andy Hunt y John G. Neuhoff, eds. 2011. *The Sonification Handbook*. Berlín: Logos Verlag.

Hermann, Thomas. 2019. *Sonification and Sound Design Seminar Series* [en línea]. https://www.youtube.com/watch?v=lgDEQgFWiRQ.

Leudar, Agustín. 2018. "Surrounded: A Series of Sound Installations That Combine Plant Electrophysiology and 3D Sonic Art". *Leonardo* 51 (5): 517–523.

12. "Es mejor evitar tocar las plantas o incluso acercarse a ellas –expresa en otro lado el artista– [...] Esto es engañoso y priva al artista de la oportunidad de presentar los verdaderos procesos eléctricos que ocurren dentro de la planta (Leudar 2014 citado en Miller y Cox 2024).

Longoni, Ana. 2004. "Victor Grippo: una poética, una utopía". En *Grippo, una retrospectiva. Obras 1971-2001*, catálogo de la exposición organizada por el Museo de Arte Latinoamericano de Buenos Aires.

Marder, Michael. 2013. *Plant-thinking: A Philosophy of Vegetal Life*. Nueva York: Columbia University Press.

Matewecki, Natalia. 2008. "El discurso de la biología en el arte argentino contemporáneo". *Ensayos: Historia y Teoría del Arte* 15: 20–53.

Miller, Paul y Christopher Cox. 2024. "Music from Plant Biosignals: A Conceptual and Analytical Orientation". *Music Theory Online* 30 (1).

Mitchell, Robert. 2010. *Bioart and the Vitality of Media*. Seattle: University of Washington Press.

Morton, Timothy. 2007. *Ecology without Nature: Rethinking Environmental Aesthetics*. Cambridge: Harvard University Press.

Scaletti, Carla. 2018. "Sonification ≠ Music". En *The Oxford Handbook of Algorithmic Music*, editado por Roger Dean y Alex McLean, 363-386. Nueva York: Oxford University Press.

Stolarz, Maria. 2009. "Circumnutation as a Visible Plant Action and Reaction: Physiological, Cellular and Molecular Basis for Circumnutations". *Plant Signaling & Behavior* 4 (5): 380–387.

Vickers, Paul. 2020. "Sonifications Sometimes Behave So Strangely". En *The Bloomsbury Handbook of Sonic Methodologies*, editado por Michael Bull y Marcel Cobussen, 733-744. Nueva York: Bloomsbury.

Walker, Bruce y Michael Nees. A. 2011. "Theory of Sonification". En *The Sonification Handbook*, editado por Thomas Hermann, Andy Hunt y John Neuhoff, 9-39. Berlín: Logos Verlag.

Watkins, Holly. 2018. *Musical Vitalities: Ventures in a Biotic Aesthetics of Music*. Chicago: The University of Chicago Press.

R