



# Escuchar datos: Combinando experiencias sensoriales para mejorar las relaciones humano-datos

Version traducida por la publicación

Sara Lenzi | Fundación Vasca para la Ciencia Ikerbasque | Facultad de Ingeniería | Universidad de Deusto |  
ORCID: 0000-0001-5534-0596 | DOI: 10.24310/p56-idj1202420150

En las últimas dos décadas, la recopilación, producción y consumo de datos ha aumentado exponencialmente en todos los niveles de los esfuerzos humanos. A medida que la mayoría de las infraestructuras que usamos, desde las comunicaciones hasta los servicios públicos, el transporte y la educación, han pasado del mundo físico al digital. Gracias, por ejemplo, al “Internet de las Cosas”, las redes, teléfonos y dispositivos inteligentes o las redes sociales, han surgido nuevos desafíos sobre cómo dar sentido a esta cantidad sin precedentes de datos y traducirlos en información a escala humana, y por ende en conocimiento (Masud et al., 2010).

De todos los sentidos humanos, el oído es el primero en desarrollarse. Incluso antes del nacimiento, aprendemos a distinguir la voz de la madre y a identificar sonidos familiares desde el útero. Nuestra relación cotidiana con el sonido sigue creciendo a lo largo de nuestras vidas.

La capacidad humana para recopilar información ambiental a partir de eventos sonoros circundantes es extremadamente sofisticada, como bien ha sido explorado y descrito desde la década de 1960 por el área de investigación de los estudios de paisajes sonoros (Schafer 1977, Truax 2000).

Recientemente, la pandemia de COVID nos ha recordado cuánto nuestras vidas cotidianas se ven afectadas por el paisaje sonoro urbano: En ausencia de sonidos generados por humanos, como el tráfico de automóviles, las construcciones y las voces de multitudes en las calles, las ciudades de todo el mundo parecían vacías e incluso inquietantes.

En entornos socio-tecnológicos funcionales, utilizamos el sonido para recopilar información y realizar tareas: La máquina de café nos indica que el café está listo por el sonido distintivo que hace al verterlo. Las enfermeras monitorean el estado del paciente escuchando los sonidos del equipo médico. Mientras conducimos, sabemos si el coche funciona correctamente al escuchar el sonido que emite, mientras mantenemos los ojos en la carretera.

Aunque apenas somos conscientes de ello, el acto de escuchar es un acto continuo de conocer e interactuar con el mundo que nos rodea (Lenzi et al., 2024). A lo largo de las décadas, los diseñadores (y hasta cierto punto, los artistas) han utilizado el sonido para crear experiencias sonoras que no solo transmiten información, sino que también involucran emocionalmente al público. En el cine o en los juegos digitales, el sonido se diseña para dar forma y dirigir la experiencia del tiempo, el espacio y la narrativa (Hilmann & Pauletto 2014). En el diseño de productos, el sonido se usa cada vez más tanto funcionalmente, para proporcionar retroalimentación y guiar la interacción con un producto, como estéticamente, para involucrar a los clientes con una marca. En los coches eléctricos, el sonido del motor ‘falso’ agregado originalmente para alertar a los peatones se ha convertido en un elemento clave de la experiencia del usuario, con los fabricantes trabajando con diseñadores de sonido y compositores para moldear la identidad distintiva de su producto (Misdariis et al., 2012).

En nuestra sociedad intensiva en datos, la sonificación de datos - que utiliza sonidos para representar y comunicar grandes conjuntos de datos - está ganando impulso como una alternativa o un complemento a la visualización de datos, tanto como una herramienta de análisis como un medio de comunicación masiva de fenómenos complejos.

## Sonificación de datos: escuchar es comprender

Aunque muchos lectores pueden estar familiarizados con uno de los casos más exitosos de sonificación de datos - el contador Geiger, a través del cual podemos monitorear en tiempo real la cantidad de radiaciones en el entorno escuchando un sonido pulsante cuya frecuencia aumenta proporcionalmente a la cantidad de radiación - la sonificación de datos es un campo de investigación relativamente joven. Fue definido oficialmente por primera vez después de la Conferencia Internacional sobre Pantallas Auditivas de 1992 como un método para “la transformación de relaciones de datos en relaciones percibidas en una señal acústica” (Kramer 1994). Originalmente un campo de investigación cercano a la informática y enfocado en proporcionar herramientas expertas para el análisis de datos (Hermann et al. 2011), en los últimos años la sonificación ha

crecido para mostrar una variedad de otros propósitos: desde la comunicación pública hasta el periodismo de datos e incluso el activismo (Lindborg et al. 2024). Además de ser utilizada para representar y comunicar valores “objetivos” (numéricos), los autores de sonificaciones están poniendo más esfuerzo en la calidad estética de la experiencia del usuario, lo cual podría, a su vez, apoyar una comprensión más profunda del fenómeno, especialmente cuando los datos se refieren a cuestiones socialmente relevantes (Lenzi y Ciuccarelli 2020).

El Archivo de Sonificación de Datos (DSA), la primera colección en línea de proyectos de sonificación, es una iniciativa de colaboración lanzada a principios de 2021 que recopila hasta la fecha más de 450 casos (Lenzi et al., 2021). Un análisis rápido del DSA muestra cómo la sonificación se utiliza cada vez más para involucrar a una audiencia no especializada con fenómenos complejos y socialmente relevantes, como el cambio climático, la reciente pandemia de COVID, la desigualdad social y los derechos humanos. No solo expertos en computación sonora, sino también artistas, periodistas y diseñadores de información están comenzando a integrar el sonido en su experiencia de datos para mejorar la comprensión del usuario final al involucrarlos con la complejidad de los datos (y el fenómeno que representan) a un nivel más visceral.

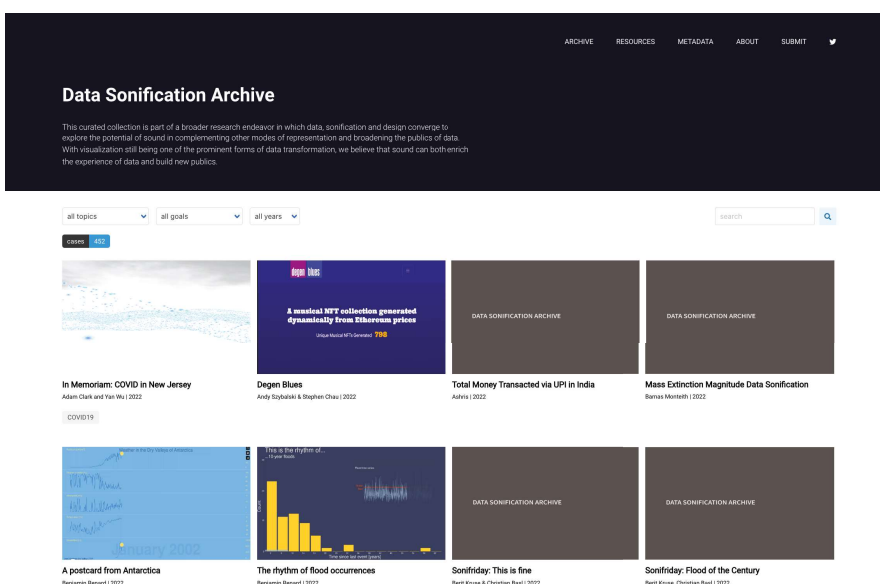


Figura 1. El Archivo de Sonificación de Datos, la primera colección en línea de proyectos de sonificación (<https://sonification.design>).

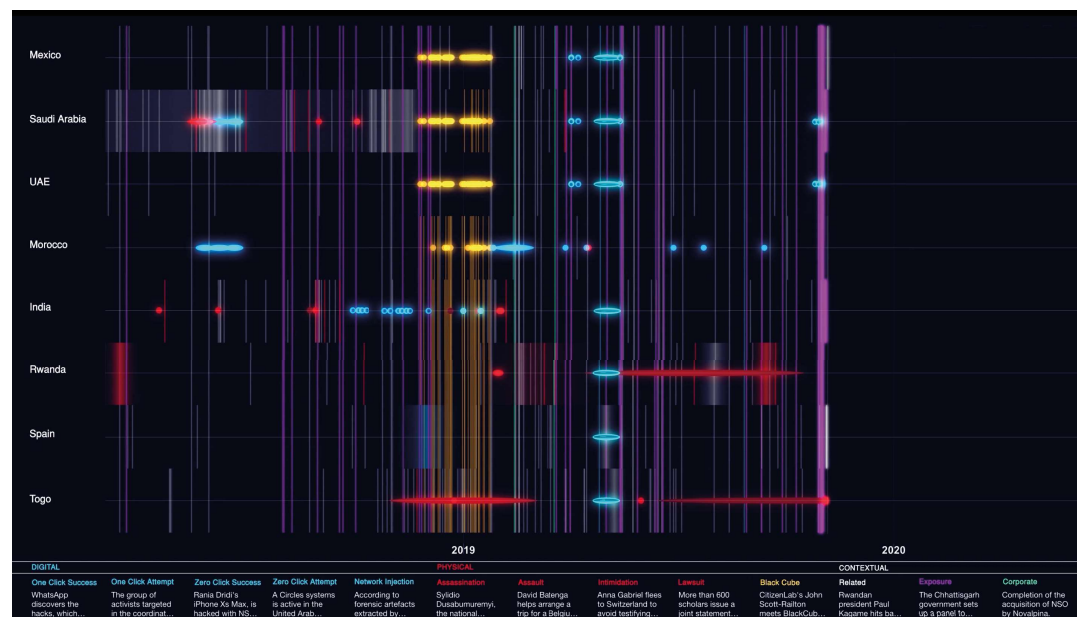
En “Hold the Line,” Miriam Quick y Duncan Geere - también autores del podcast Loudnumbers donde se explican proyectos de sonificación para no expertos - crearon una pieza de arte sonoro para representar la pérdida de más del 5% de los bosques canadienses durante 2023 debido a la temporada de incendios más trágica en la historia de América del Norte, alimentada por el cambio climático. En la sonificación, “Cada incendio reportado por el Centro Interagencial Canadiense de Incendios Forestales entre el 1 de abril y el 30 de noviembre está representado por un sonido de clic, con cada día real reproduciéndose durante 2.5 segundos de sonido. Una nota grave suena al comienzo de cada nuevo día”.



Figura 2. Una imagen que captura la mortal temporada de incendios de 2023 en Canadá, que quemó más de 15 millones de hectáreas de bosque salvaje. Foto de Duncan Rawlinson (CC Creative Commons 4.0). <https://www.flickr.com/photos/thelastminute/>

En “Digital Violence,” el equipo de investigación de Forensic Architecture se unió al músico Brian Eno para componer una pieza que sonifica los datos recopilados por Amnistía Internacional sobre el Proyecto Pegasus: la vigilancia sistemática y las violaciones de derechos humanos realizadas por el grupo NSO a activistas y periodistas en todo el mundo. A través del sonido, las personas pueden “experimentar una representación sonora” que involucra a un nivel más profundo que la representación visual del mismo conjunto de datos a través de gráficos y diagramas.

Figura 3. “Digital Violence” es un proyecto de investigación y activismo de Forensic Architecture que rastrea y documenta la actividad de vigilancia ilegal y violación de derechos humanos realizada por la empresa NSO en todo el mundo. En la imagen vemos un extracto de la sonificación del mismo conjunto de datos por el compositor Brian Eno. <https://www.digitalviolence.org/#/soundmachine>



En “Requiem 488” de Nessun Dharma, la sonificación y visualización de datos se combinan en un réquiem por las víctimas de COVID en las provincias italianas de Bérgamo y Brescia, donde la pandemia fue más mortal. En la pieza, cada segundo representa un día desde el 1 de enero de 2020 hasta el 18 de marzo de 2022. Cada muerte causada por COVID está representada simultáneamente por un evento sonoro y un punto visual para crear una narrativa donde “el desarrollo dramático del trabajo sigue momentos de alta intensidad causados por las llamadas ‘olas’ y momentos de relativa calma”.



Figura 4. En “Requiem 488” de Nessun Dharma, los datos de las muertes por COVID en las dos provincias más afectadas de Italia son visualizados y sonificados en una instalación inmersiva donde cada evento sonoro y elemento visual representan una vida perdida debido a la pandemia. <https://www.youtube.com/watch?v=gkSHOZf4oiw&t=2s>



Figura 5. Sonificación de imágenes del Arrecife Cósmico recopiladas por el Telescopio Espacial Hubble. En la sonificación, el color se asigna a la altura del tono (rojo=bajo, azul=alto) y el brillo controla el volumen. <https://www.youtube.com/watch?v=kRkkHDEoOzQ>

En colaboración con la NASA, System SOUNDS es un proyecto de sci-art que ha trabajado extensamente para “traducir el ritmo y la armonía del cosmos en música y sonido” para divulgación pública. Gracias a la sonificación y a experiencias sonoras interactivas, la ciencia se acerca a audiencias no expertas y se hace accesible a personas con discapacidades visuales.



## Desafíos abiertos y el papel de los diseñadores

Todos los ejemplos presentados en este artículo aprovechan las características del sonido que pueden agregar valor a nuestra comprensión de un conjunto de datos. Por ejemplo, el oído humano es muy bueno detectando cambios en los patrones acústicos de los eventos sonoros (Vickers 2011). El sonido puede atraer nuestra atención sin requerir atención visual (Ballatore et al. 2018), lo que nos permite mantener el enfoque en otras actividades principalmente visuales. En consecuencia, el sonido puede proporcionar un sistema de “monitoreo periférico”, es decir, un sistema de alerta que permanece en el fondo de nuestra atención a menos que sea necesario (Bakker et al. 2012), como ocurre con las alarmas emitidas por equipos médicos. Además, la composición sonora es inherentemente multivariante: diferentes parámetros acústicos (tono, amplitud, ritmo, timbre) coexisten en la misma “unidad temporal” aunque pueden ser distinguidos individualmente: por ejemplo, mientras escuchamos una orquesta podemos distinguir una trompeta de un violín, o cuando estamos en un paisaje sonoro natural podemos identificar diferentes cantos de aves (Chion 2016).

Aunque el uso de la sonificación está creciendo entre los diseñadores de información, una serie de preguntas críticas aún están impidiendo que el campo tenga un impacto en el mundo real. Por ejemplo, a diferencia de la visualización de datos, cuya larga historia ha estandarizado las reglas para traducir una variable específica de datos en una variable visual de comprensión universal (Muntzner 2015), en la sonificación de datos aún no está claro qué “mapeo de datos a sonido” funciona mejor. ¿Podemos usar música que suene “feliz” para representar un problema como la desigualdad de ingresos - como ocurre en “Two Trains” del Data Driven DJ - o una “mala” elección de material sonoro está engañando a los oyentes y potencialmente propagando desinformación? ¿Los oyentes

ciegos interpretan los cambios en el sonido a lo largo del tiempo de la misma manera que los oyentes videntes? Un famoso experimento de Walker y Lane (2001) - que mostró cómo los usuarios videntes y no videntes interpretaron datos sonificados sobre el crecimiento del valor económico en direcciones opuestas - sugiere que no es así. ¿Podría la introducción de métodos de diseño compartidos (como el Lienzo de Sonificación de Datos de Lenzi y Ciuccarelli, 2020) que incluyan un análisis exhaustivo del caso de uso y la evaluación del impacto ayudar a estructurar el campo y descubrir el potencial completo del sonido para la representación de datos?

Como una disciplina joven, la sonificación de datos todavía está luchando por descubrir su potencial completo. Quizás el diseño, como una disciplina estructurada que fomenta un enfoque multidisciplinario para problemas complejos (wicked problems), pueda proporcionar el marco necesario para crear representaciones de datos mejores, más atractivas e inclusivas. A medida que avanzamos hacia un mundo donde los humanos tendrán que relacionarse con inteligencias no humanas o más que humanas, el sonido puede representar un medio de comunicación verdaderamente encarnado, visceral y pre-semántico hacia mejores relaciones humano-datos.

## Referencias:

- Bakker, S, van den Hoven, E and Eggen, B. (2012). *Knowing by ear: leveraging human attention abilities in interaction design*. *J. Multimodal User Interf.* 5, 197–209. doi: 10.1007/s12193-011-0062-8.
- Ballatore, A, Gordon, D and Boone, A P. (2018). *Sonifying data uncertainty with sound dimensions*. *Cartography Geog. Inform. Sci.* 46, 85–400. doi: 10.1080/15230406.2018.1495103.
- Chion, M. (2016). *Sound: An Acoulogical Treatise*. Durham, NC: Duke University Press.
- Guillarme, A. (2011). “Intelligent Auditory Alarm,” in *The Sonification Handbook*, eds. T. Hermann, A. Hunt, J. G. Neuhoff. (Berlin,

Germany: Logos Publishing House), 493–508.

Kramer, G. (1994). *An introduction to auditory display*. In Gregory Kramer - er, (ed.), *Auditory Display*, volume XVIII of Santa Fe Institute, *Studies in the Sciences of Complexity Proceedings*, (Reading, MA, Addison-Wesley), pages 1–78.

Hermann, T, Hunt, A and Neuhoff, J. G., eds. (2011) *The Sonification Handbook*. Berlin, Germany: Logos Publishing House.

Hilmann, N and Pauletto, S (2014) *The Craftsman: The use of sound design to elicit emotions*. *The Soundtrack* 7(1).

Lenzi S, Ciuccarelli P, Liu H and Hua Y. 2021. *Data Sonification Archive*. <http://www.sonification.design>.

Lenzi S & Ciuccarelli, P. (2020). *The Sonification Canvas*. doi: 10.13140/RG.2.2.20307.66084.

Lenzi, , & Ciuccarelli, P. (2020). *Intentionality and design in the data sonification of social issues*. *Big Data & Society*, 7(2). <https://doi.org/10.1177/2053951720944603>.

Lenzi, S, Ciuccarelli, P & Offenhuber, D. (2024). 'Towards a definition of Autographic Sonifications: Listening as an act of knowledge.' *Design Research Society Conference*, 25-30 June, Northeastern University, Boston. *In press*.

Lindborg, PM, Caiola, V, Man, C, Ciuccarelli, P & Lenzi, S. (2024). *Re(de)fining Sonification: Project Classification Strategies in the Data Sonification Archive* *Journal of the Audio Engineering Society of America*. *In review*.

Masud, L, Valsecchi, F, Ciuccarelli, P, Ricci, D, and Caviglia, G. (2010). *From data to knowledge: visualizations as transformation processes within the data-information-knowledge continuum*. *Proc Int Conf Inf Vis*. 2010, 445–449. doi: 10.1109/IV.2010.68.

Misdariis, N, Cera, ., Levallois, E and Locqueteau, C. (2012). *Do electric cars have to make noise? An emblematic opportunity for designing sounds and soundscapes*.

*Acoustics 2012*, Apr 2012, Nantes, France. <hal-00810920>

Munzner, T. (2015). *Visualization Analysis and Design*. CRC Press.

Schaefer M R (1977) *The tuning of the world*. New York : A.A. Knopf, 1977.

Truax, B. (2000). *Acoustic Communication (Second Edition)*. Ablex Publishing: London.

Vickers, P. (2011). "Sonification for process monitoring," in *The Sonification Handbook*, eds. T. Hermann, A. Hunt, J. G. Neuhoff (Berlin, Germany: Logos Publishing House), 455–491.

Walker, B and Lane, D (2001) *Psychophysical scaling of sonification mappings: A comparison of visually impaired and sighted listeners in Proceedings of the 7th International Conference on Auditory Display*. July 29th - August 1st, 2001. Helsinki University of Technology.

# proyecta 56

An industrial design journal