

CIENCIA CIUDADANA PARA REDUCIR LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA EN LOS ESPACIOS URBANOS

Eduard Puig Solé ¹, Núria Capdevila Montsech ¹, Johana Burbano ²

¹ Departamento de Acción Climática, Alimentación y Agenda Rural (DACC) de la Generalitat de Catalunya
{epuigs@gencat.cat},{nuria.capdevila@gencat.cat}

²Science for Change
{johana.burbano@scienceforchange.eu}

Resumen

El ruido tiene un impacto ambiental, social y económico. En una sociedad cada vez más concentrada en grandes áreas urbanas, “la importancia de la tranquilidad” coge un papel relevante. Las zonas tranquilas generan bienestar y salud sobre las personas que las pueden disfrutar de manera habitual.

Desde el Servicio de Prevención y Control de la Contaminación Acústica y Lumínica (SPCCAL) del Departamento de Acción Climática, Alimentación y Agenda Rural (DACC) de la Generalitat de Catalunya, se está desarrollando un proyecto que conecta la caracterización de áreas tranquilas y la ciencia ciudadana. Este proyecto desarrolla una herramienta tecnológica para su uso en dispositivos móviles (smartphones), que permita que la ciudadanía y otros agentes implicados identifiquen aquellos lugares urbanos que consideren tranquilos y saludables y hagan mediciones del ruido ambiental, así como la recogida de otra información que puede ser considerada esencial, todo ello mediante metodologías de ciencia ciudadana desarrollando herramientas y recursos para implicar a un determinado colectivo, propiciar su interés y desarrollar todo un método de recogida de datos, análisis o difusión.

Palabras-clave: ciencia ciudadana, áreas tranquilas, ruido, contaminación acústica.

Abstract

Noise has an environmental, social and economic impact. In a society increasingly concentrated in large urban areas, "the importance of tranquillity" takes on a relevant role. Quiet areas generate well-being and health on the people who can enjoy them on a regular basis.

From the Acoustic and Light Pollution Prevention and Control Service (SPCCAL) of the Department of Climate Action, Food and Rural Agenda (DACC) of the Government of Catalonia, a project is being developed that connects the characterization of quiet areas and science citizen. This project develops a technological tool for use on mobile devices (smartphones), which allows the public and other agents involved to identify those urban places that they consider quiet and healthy and make measurements of environmental noise, as well as the collection of other information that can be considered essential, all through citizen science methodologies, developing tools and resources to involve a certain group, encourage their interest and develop a whole method of data collection, analysis or dissemination.

Keywords: citizen science, quiet areas, noise, noise pollution.

PACS no. 43.10.Sv, 43.50.Sr, 43.50.Yw

1 Introducción

El 2022 la Generalitat de Catalunya inicio la promoción para el desarrollo de soluciones tecnológicas innovadoras para abordar 20 retos con cofinanciación del Programa operativo del FEDER de Catalunya 2021-2027. Estas soluciones debían mejorar procesos o servicios y, en la medida de lo posible, tener impacto en la sociedad (las personas, las empresas y el territorio).

Una de las soluciones aprobadas es el desarrollo de una aplicación para dispositivos móviles para identificar y caracterizar acústicamente áreas e itinerarios tranquilos de las zonas urbanas.

La Directiva 2002/49/CE, de 25 de junio, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, define el concepto de “zona tranquila en una aglomeración, contemplado como “zona de especial protección de la calidad acústica en entorno urbano”, y establece que los planes de acción para la reducción del ruido deben incluir actuaciones de protección de la calidad acústica de estas zonas.

El proyecto se ha adjudicado a la *start up* experta en ciencia ciudadana *Science for Change*, que a lo largo de 15 meses trabajará con la unidad promotora, el Servicio de Prevención y Control de la Contaminación Acústica y Lumínica del Departamento de Acción Climática, Alimentación y Agenda Rural de la Generalitat de Catalunya (DACC), y un comité de seguimiento formado por el Departamento de Economía y Hacienda, el Departamento de Investigación y Universidades y el Centro de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información.

Esta app permitirá a los usuarios geolocalizar y medir el ruido en zonas tranquilas dentro de núcleos urbanos. Tras ser validados, estos registros formarán parte de una base de datos para determinar las zonas urbanas con menor incidencia del ruido. Así, mediante la ciencia ciudadana se quiere potenciar que la ciudadanía las conozca y las administraciones competentes mejoren las políticas públicas para su conservación. El proyecto incluye también un plan de comunicación y la ejecución de tres pruebas piloto en distintos municipios catalanes.

El proyecto se enmarca en el Programa de compra pública de innovación de la RIS3CAT 2030, Estrategia para la especialización inteligente de Catalunya 2030, de la Generalitat de Catalunya i pretende implementar:

- Creación de una app para la caracterización acústica de zonas tranquilas.
- Creación de una plataforma tecnológica donde almacenar todos los datos obtenidos para poder visualizarlas y mostrar de forma pública (datos abiertos).
- Diseñar un proyecto de ciencia en red para obtener los datos con la participación ciudadana.
- Diseñar un programa de sensibilización ambiental hacia la contaminación acústica.
- Implementar el proyecto, a modo de prueba piloto, en algunos municipios de Catalunya.
- Transformar el proyecto en una herramienta operativa.
- La app tiene que permitir tener la suficiente precisión y confianza de resultados, para los cuales los datos obtenidos sirvan de apoyo en estudios de impacto sobre la salud.

La RIS3CAT es la respuesta de Catalunya a la exigencia de la Comisión Europea de que las regiones de la Unión Europea elaboren estrategias de investigación e innovación para la especialización inteligente *Research Innovation Strategies for Smart Specialisation*, que dirijan los retos del territorio y puedan cofinanciarse con fondos europeos. Las RIS3 son agendas integradas para la transformación económica territorial. El objetivo es que la innovación y el conocimiento se conviertan en motores para avanzar hacia un modelo socioeconómico más verde, digital, resiliente y justo.

2 Antecedentes

Dentro de la organización de la Semana Sin Ruido que impulsa el Departamento de Acción Climática, Alimentación y Agenda Rural de la Generalitat de Catalunya, con el objetivo de promover medidas e iniciativas en el marco de la prevención de la contaminación acústica, como la difusión, sensibilización y educación ambiental, y así dar visibilidad a las herramientas de gestión y control, y en impulsar la colaboración entre administraciones con diferentes responsabilidades y/o competencias en la materia, coincidiendo en fechas como el Día Internacional de sensibilización contra el Ruido (INAD, <https://noiseawareness.org/>) se realizaron durante varios años actividades involucrando a la ciudadanía, con campañas de medida utilizando aplicaciones para dispositivos móviles.

1. El año 2015 se realizó una campaña abierta a todos los sectores de la ciudadanía, con material específico a los ayuntamientos, empresas acústicas, y centros educativos, para el registro de medidas de ruido ambiental mediante la aplicación para dispositivos móviles NOISEWATCH que desarrollo EEA (hoy ya no disponible en los markets). La aplicación permitía localizar el punto, realizar una medida del nivel LAeq y posteriormente se subía el registro a un visor público para su consulta.

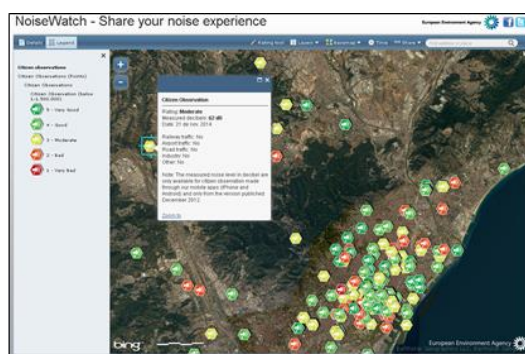


Figura 1 – Visor de la plataforma NOISEWATCH

2. En el año 2019, se realizó una campaña más selectiva, con la colaboración de cinco ciudades de Catalunya: Barcelona, Tarragona, Lleida, Terrassa y Tortosa, en las cuales se realizaron actividades dirigidas, con colectivos específicos, donde se trataba de caracterizar espacios o trayectos tranquilos. Para esta prueba se utilizó la app NOISE CAPTURE, desarrollada por IFFSTAR y CNRS y que actualmente continúa estando activa y descargable en el Play Store para Android.

3 Contaminación acústica i áreas tranquilas

La UE considera en sus informes el ruido como el segundo agente ambiental contaminante de más impacto sobre la salud de la ciudadanía, sólo detrás de la contaminación atmosférica. La *Directiva 2002/49/CE*, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental [1], tiene entre sus objetivos básicos:

- Establecer mecanismos de evaluación periódica del impacto acústico sobre la población mediante mapas estratégicos de ruido (MER)
- La adopción de mecanismos de reducción del ruido ambiental siempre que sea necesario, y en particular cuando los niveles de exposición puedan tener efectos nocivos sobre la salud mediante planes de acción (PA).

- Los PA tendrán por objeto también proteger las zonas tranquilas contra los efectos del ruido.

Los MER evalúan el impacto acústico mediante el análisis del número de población sometida a determinados niveles de ruido, identificando en un mapa donde está esta población. En la elaboración del MER en fase 3 (2017-2022) en las aglomeraciones de Catalunya se concluye que un porcentaje muy significativo de la población de las grandes aglomeraciones urbanas (28,5% por la noche y 18,3% de día) está viviendo en zonas con niveles por encima de los valores límite de referencia de la normativa (65 dB(A) día, 55 dB(A) noche). Hay que remarcar que los niveles normativos son superiores a los recomendados por la Organización Mundial de la Salud. Otro dato interesante de remarcar es que sólo un 25% de población en horario diurno y un 20,9% en horario nocturno de la población disfruta de niveles de calidad acústica por debajo de los valores considerados como valores límite por una zona tranquila urbana, $L_d < 55$ dB(A) y $L_n < 45$ dB(A).

El informe *Environmental noise in Europe 2020*, de la Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA) [2], evalúa el impacto del ruido sobre la salud de la ciudadanía y resalta la importancia de identificar potenciales áreas tranquilas, accesibles y próximas a los lugares con más alta densidad de población.

El *8th Environment Action Programme* (EAP) [3] que guía la política europea en medio ambiente hasta el 2030 recoge el compromiso de salvaguardar la ciudadanía de la EU de los riesgos ambientales para la salud, y pide la participación activa de todas las partes interesadas en todos los niveles de gobernanza para conseguir alcanzar la Agenda 2030 de las Naciones Unidas y sus Objetivos de Desarrollo Sostenible. Un requerimiento particular para alcanzar estos objetivos es implementando mejoras en el diseño de las ciudades.

El ruido tiene un impacto ambiental, social y económico. En una sociedad cada vez más concentrada en grandes áreas urbanas, la importancia de la tranquilidad coge un papel relevante. Las zonas tranquilas generan bienestar y salud sobre las personas que las pueden disfrutar de manera habitual. Hay evidencias científicas que indican que los niveles bajos de dosis de ruido aumentan el bienestar y aceleran la recuperación de personas enfermas.

Estudios publicados indican que la existencia de zonas verdes cerca del lugar de residencia revierte en una mejora de la salud de la ciudadanía, y que, aunque las evidencias todavía son limitadas, se puede deducir en términos generales que vivir cerca de zonas verdes reduce la mortalidad [4].

Existen algunas iniciativas de países de la UE que desarrollan proyectos de identificación y protección de zonas tranquilas y fomento del aprovechamiento de sus cualidades para la mejora de la salud de la población. El Programa *Our Natural Health System* de la Agencia Escocesa de la Naturaleza trabaja en el uso del patrimonio natural de Escocia, aumentando el ejercicio verde y actividades al aire libre, como servicios complementarios de las prestaciones de servicios sanitarios y sociales, con el beneficio sobre la salud [5].

4 Ciencia ciudadana

Se entiende por ciencia ciudadana la investigación científica conducida, parcial o completamente, por científicos amateurs o no profesionales. Los proyectos bajo esta acepción se orientan a la generación de nuevo conocimiento con la participación activa e imprescindible de la ciudadanía en alguna etapa del proceso de investigación [6].

Las nuevas tecnologías alrededor de las app's móviles han ofrecido infinitas posibilidades a la ciencia ciudadana, sobretodo en la fase de generación de datos o registros.

Hay numerosos tratados que definen y ponen límites al concepto de ciencia ciudadana. La European Scitizen Science Association (ECSA), hizo en 2015 el tratado *Ten Principles of Citizen Science*, en los cuales se rige el presente proyecto [7]:

1. Los proyectos de ciencia ciudadana involucran activamente a los y las ciudadanas en tareas científicas que generan nuevo conocimiento o una mejor comprensión.
2. Los proyectos de ciencia ciudadana producen un resultado científico nuevo, por ejemplo, respondiendo a una pregunta de investigación o informando en acciones de conservación, decisiones de gestión o en política ambiental.
3. Tanto los y las científicas profesionales como los y las científicas ciudadanas se benefician de la participación. Los beneficios pueden incluir la publicación de los resultados de la investigación, oportunidades de aprendizaje, disfrute personal, beneficios sociales o satisfacción a través de la contribución a una evidencia científica que haga frente a los problemas locales, nacionales o internacionales, y a través de esto, tener la capacidad potencial de influir en decisiones políticas.
4. Los y las científicas ciudadanas pueden, si lo desean, participar en múltiples etapas del proceso científico.
5. Los y las científicas ciudadanas deben recibir información del proyecto en todo momento.
6. La ciencia ciudadana representa un tipo de investigación como cualquier otro, con sus limitaciones y sesgos que hay que considerar y controlar. Sin embargo, a diferencia de las aproximaciones tradicionales de investigación, la ciencia ciudadana ofrece oportunidades para una mayor participación pública y democratización de la ciencia.
7. Los datos y meta-datos de proyectos de ciencia ciudadana deberían ser públicos y a ser posible, los resultados deberían publicarse en un formato de acceso abierto.
8. Los y las científicas ciudadanas deben estar reconocidos en los resultados y publicaciones del proyecto.
9. Los programas de ciencia ciudadana deben evaluarse por su producción científica, la calidad de los datos, la experiencia de los y las participantes y el alcance del impacto social o político.
10. Los líderes de proyectos de ciencia ciudadana deben tener en cuenta tanto los aspectos legales y éticos como los derechos de autor, la propiedad intelectual, los acuerdos de intercambio de datos, la confidencialidad, la atribución y el impacto ambiental de sus actividades.

En el presente proyecto, se consideran como imprescindibles estos dos valores:

- La generación de datos que aportan a la administración información clave para una mejora de las políticas públicas alrededor de la contaminación acústica.
- El componente educativo y de concienciación que lleva implícita esta metodología científica.

5 Desarrollo tecnológico del proyecto

Aún existen carencias en la protección de zonas tranquilas, debido principalmente en que las administraciones priorizan las acciones correctoras sobre aquellas zonas saturada de ruido o con mucha población expuesta a niveles elevados y ausencia en los criterios para definir zonas tranquilas, falta de métodos armonizados para su evaluación y posiblemente también una falta de interés público en las zonas tranquilas [8]. Para compensar estas limitaciones, la EEA recomendó i) llevar a cabo más investigaciones para definir las zonas tranquilas, sobre todo con criterios cualitativos y subjetivos, y cualitativos y subjetivos, y ii) aumentar la promoción y la sensibilización sobre estas zonas interés y el

apoyo para proteger estas zonas [2]. Por lo tanto, puede ser necesaria una gobernanza multiforme inclusiva del entorno acústico y enfoques integrados en todas las disciplinas para garantizar que se tengan en cuenta las necesidades y los deseos de los diferentes grupos y partes interesadas a través de procesos participativos abiertos y continuos para evaluar, planificar y gestionar el entorno acústico [9].

De esta manera, aprovechando el aprendizaje que se ha realizado en hacer diferentes aplicaciones de ciencia ciudadana, se crea “*SoundCollect¹: el sonido de la comunidad*”. El objetivo es promover la escucha activa de la ciudadanía para identificar y caracterizar áreas tranquilas, aquellos espacios urbanos de alto valor acústico y socioambiental. La app está disponible en Android a través de la [Play Store²](#) y en iOS como una versión de test que se puede acceder mediante [TestFlight³](#), en tres idiomas: catalán, castellano e inglés.

5.1 Aplicación móvil

Un sonido es un fenómeno tanto subjetivo como objetivo, la literatura recomienda la adopción tanto de criterios cualitativos, en línea con el concepto de paisaje sonoro [10] [11] como de criterios cuantitativos. Básicamente el funcionamiento de SoundCollect es el siguiente: el usuario se ubica en una zona tranquila y abre la aplicación con su sesión iniciada. Luego, hace clic en el icono "Añadir" y concede los permisos solicitados por la aplicación para acceder al micrófono, cámara y localización del dispositivo móvil. El registro de sonido puede ser puntual o realizado a lo largo de un recorrido. Se empieza utilizando la función de grabar para capturar un registro de sonido con una duración mínima de 30 segundos y máxima de 60 minutos. Durante la grabación, los usuarios deben apuntar el micrófono del dispositivo hacia la fuente sonora, evitar producir ruidos adicionales y minimizar la interferencia de variables externas. Se calculan los criterios cuantitativos, que corresponden a los cálculos de los parámetros acústicos, que se muestran en pantalla y se guardan con el registro. En el siguiente paso, los usuarios pueden añadir hasta máximo cuatro imágenes que describan mejor el entorno acústico. Finalmente, se recopila información sobre cualitativos de la percepción del espacio a través de una serie de preguntas sobre accesibilidad, limpieza y seguridad, entre otros aspectos. Una vez completada toda la información, se revisa en una pantalla resumen antes de confirmar y enviar el registro. El proceso para agregar un sonido se detalla en la siguiente figura.

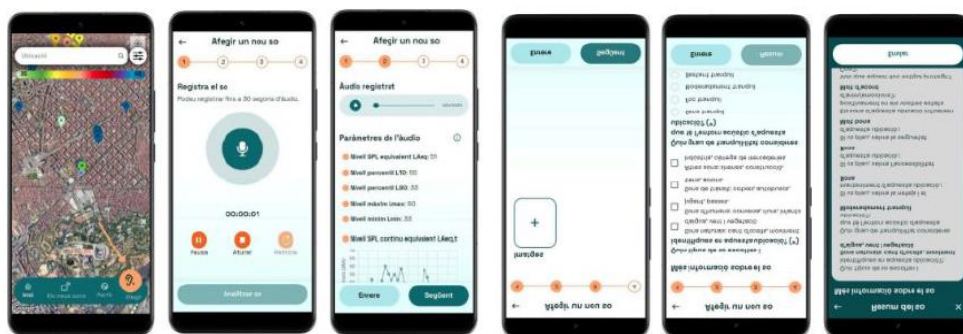


Figura 2 – Funcionamiento y visualización de las diferentes pantallas de SoundCollect, para realizar un registro, con una última pantalla con el resumen de los datos introducidos i calculados, a la espera de dar la orden para guardarlo en la nube.

¹ Inicialmente la app se ha lanzado a los markets, bajo el nombre comercial de SoundCollect, que durará durante todo el proceso de mejora hasta el final del proyecto, donde pasaría a ser una aplicación corporativa de la Generalitat de Catalunya, denominada SONSCAT

² Enlace a la versión Android en Play Store: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.qualud.soundcollect&hl=es>

³ Enlace a la versión iOS en TestFlight: <https://testflight.apple.com/join/jtsqeq3t>

Los datos acústicos que se registran son:

- Nivel equivalente ponderado A, LAeq, promedio de todo el registro.
- Niveles estadísticos LA10 y LA90 de todo el registro.
- Niveles LATmax i LATmin, correspondientes a los niveles máximos y mínimos T=1 sg.
- Valores temporales LA_Teq, con T=1sg, en modo gráfico y numérico.
- Distribución frecuencial en 1/3 de octava, LZeq, promedio de todo el registro.

Los registros psicoacústicos que se registran son:

- Nitidez (S).
- Sonoridad (N).
- Rugosidad (R).
- Fuerza de fluctuación (F).

Otros datos registrados son:

- Posición espacial (mediante GPS del móvil).
- Fotografías (máximo 4).
- Datos meteorológicos (importados de base de datos web).
- Identificación de los tipos de sonidos percibidos.
- Preguntas tipo checklist referentes a la limpieza, seguridad o accesibilidad de la zona.
- Pregunta abierta, respecto posibles acciones de mejora en la protección del espacio.
- Preguntas tipo checklist respecto la percepción del entorno según ISO/TS 12913-2 [12].

5.2 Visor

Todos los datos, una vez filtrados convenientemente aplicando herramientas de IA, pensando que los registros deben aportar datos coherentes y fiables, y que los datos no deben contener palabras o fotografías ofensivas o inapropiadas, se muestran en una plataforma pública, que permitirá visualizar, descargar y procesar, con el fin de obtener resultados sobre un conjunto de registros (temporal i/o espacial) a nivel numérico o gráfico.

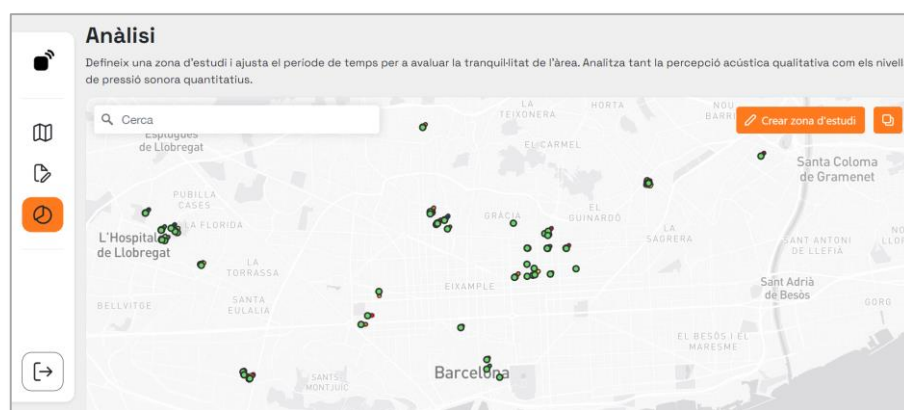


Figura 3 – Pantalla inicial del visor, donde mediante un menú y una serie de funcionalidades, se podrá acceder a estadísticas del uso de la app o a los registros realizados.

6 El proyecto de ciencia ciudadana

El objetivo general del proyecto es identificar y caracterizar las áreas tranquilas en entornos urbanos a través de la participación ciudadana, utilizando una herramienta tecnológica diseñada para dispositivos móviles. Esta herramienta permite a los ciudadanos y otros agentes involucrados realizar mediciones del ruido ambiental y recoger información relevante sobre las percepciones acústicas y psicoacústicas del entorno. Toda esta información debe recogerse, filtrarse, y mediante un visor público, poder ser consultable y descargable con el objeto de que los datos sirvan a las administraciones competentes en la gestión del ruido a tomar decisiones y puedan también ser útiles a centros de investigación en estudios científicos. El proyecto busca:

- Colaborar con la ciudadanía para identificar y mapear zonas urbanas que se consideren tranquilas y saludables.
- Desarrollar mapas acústicos detallados de estas áreas tranquilas o recorridos, para visualizar la calidad sonora del entorno urbano.
- Garantizar la precisión y relevancia de los datos recolectados mediante la calibración adecuada de los dispositivos móviles y la participación activa de la comunidad.
- Involucrar a la ciudadanía en la formulación de propuestas para acciones de corrección y/o preservación de los espacios tranquilos, promoviendo una cultura de valoración y protección de estos entornos.

Se aconseja la realización de tres sesiones principales, aunque por motivos de disponibilidad de los contactos en cada municipio, las sesiones 1 y 2 se consolidaron en una sola en las pruebas piloto realizadas.

Sesión 1: Descubrimiento de la acústica ambiental y herramientas que se utilizarán (presentación de la app SoundCollect. En esta sesión combinada, se inicia con una introducción a la acústica ambiental y su relación con las áreas tranquilas. Se explican conceptos clave como la contaminación acústica, los parámetros acústicos, y el modelo conceptual del paisaje sonoro. Los participantes aprenden los métodos de medición del sonido y cómo se aplican estos conceptos a la identificación de espacios tranquilos y la relevancia del contexto en la percepción de los sonidos. A continuación, se presenta la app SoundCollect y se asiste a los usuarios en la creación de sus cuentas y se les proporcionan recomendaciones para asegurar la calidad en la recolección de datos. Esto incluye el proceso de calibración de los dispositivos.

Sesión 2: Realización del paseo sonoro. Con conceptos ya adquiridos del uso de la app, se realiza un recorrido en el paseo sonoro (que presamente se ha diseñado por parte del promotor de la actividad), durante el cual los participantes utilizan la aplicación en diferentes puntos de escucha activa para registrar datos acústicos y se comentan “in situ”, percepciones, resultados, etc.

Sesión 3: Presentación de resultados y cocreación. Esta sesión se inicia con un resumen de las actividades anteriores y la discusión de los resultados obtenidos durante los paseos sonoros. Luego, se lleva a cabo una actividad de codiseño para identificar y preservar las áreas tranquilas. Utilizando el método de los "hexágonos" de *Science for Change*, los participantes trabajan en cuatro fases: selección de áreas tranquilas, identificación de amenazas y desafíos, definición de acciones para la preservación, y votación de las acciones más efectivas. La sesión concluye con la presentación de las conclusiones.

7 Pruebas piloto del proyecto

Mientras se avanza en el desarrollo tecnológico, se realizan varias pruebas piloto, que nos sirven para encontrar fallos y posibles mejoras en las funcionalidades de la app, y para el desarrollo metodológico de las actividades en función de diferentes colectivos. Las pruebas piloto se han realizado en:

1. Girona, con la Asociación de Naturistas de Girona, en el Parque de la Devesa de la ciudad.
2. Barcelona, con la Asociación de vecinos de la Sagrada Familia i el Ateneu el Poblet.
3. Barcelona, con el colectivo educativo CIC, Escuela de Bachilleratos.

A continuación, se detalla la prueba piloto que tuvo lugar en el barrio de Sagrada la Familia en Barcelona. La prueba piloto se llevó a cabo en dos fases: las sesiones 1 y 2 se realizaron el 25 de mayo, mientras que la sesión 3 se llevó a cabo el 8 de junio de 2024.

Para asegurar una participación activa y diversa, dado que el público objetivo era la ciudadanía en general, se llevaron a cabo varias acciones de captación. Estas incluyeron la colaboración con la Oficina de Ciencia Ciudadana de Barcelona, la Asociación de Vecinos de Sagrada Familia, el Ateneu El Poblet, la Biblioteca Sagrada Familia, el Centro Cívico Sagrada Familia y el Centro de Cultura Casa Elizalde. Gracias a estos esfuerzos, se logró la participación de 10 personas. Además, se promovió el evento a través de diversos canales de comunicación, como redes sociales y páginas web, mediante la creación de materiales visuales como flyers (Figura 4).



Figura 4 – Materiales para difusión de actividades del proyecto.

Para diseñar el paseo sonoro, se estableció inicialmente una agenda con una ruta y una duración específica. Los puntos de escucha activa, se seleccionaron en función de indicadores funcionales, como zonas de restauración o de protección natural con funciones restauradoras y atributos visuales positivos, así como indicadores espaciales, ubicados alejados de grandes infraestructuras [13]. El punto de encuentro para la actividad fue el Ateneu El Poblet.

Previo a la sesión con la ciudadanía, se realiza un trabajo preparatorio in situ que permitió definir los puntos de escucha activa y discutir los aspectos prácticos del paseo sonoro. La Figura 5 muestra el trazado del paseo sonoro con la localización de los 3 puntos de escucha activa.



Figura 5 –Ruta del paseo sonoro en la prueba piloto del municipio de Barcelona. Puntos de escucha activa: 1) Jardines de la Sedeta. 2) Jardines de la Industria 3) Jardines del Baix Guinardo. Punto naranja corresponde al punto de encuentro: Ateneu El Poblet

Durante la sesión del 25 de mayo de 2024, se introdujo a los participantes en los conceptos clave de acústica ambiental y el proceso del paseo sonoro, guiado por la experta en ciencia ciudadana y áreas tranquilas, Dra. Antonella Raddichi. Los participantes utilizaron la versión V1.0.8 de la aplicación SoundCollect, con dispositivos móviles calibrados previamente para asegurar la precisión de las mediciones. Este paso fue esencial para minimizar errores debido a variaciones en los micrófonos de los dispositivos utilizados. Los participantes midieron los niveles de sonido en los puntos designados y proporcionaron comentarios sobre su percepción del entorno acústico. Al mismo tiempo, en cada uno de los puntos se hizo las mediciones con un sonómetro. Al finalizar, se llevó a cabo un ejercicio de autorreflexión, donde los participantes anotaron sus pensamientos y sentimientos sobre los sonidos escuchados, creando mapas mentales de sonidos que compartieron con el grupo. La sesión concluyó con un resumen de la actividad, lecciones aprendidas y mensajes clave para llevar a casa.



Figura 6 – Ejecución del paseo sonoro en el Piloto de Sagrada Familia, Barcelona.

En la sesión final, se llevó a cabo la presentación de los resultados a los participantes, seguida de una actividad de codiseño (Figura 6). Durante esta sesión, los resultados obtenidos se categorizaron en diferentes áreas de acción. En respuesta a la pregunta sobre cómo reducir la contaminación acústica y

proteger las zonas tranquilas, las respuestas se clasificaron en cuatro categorías: infraestructuras, movilidad, cultura y otros.



Figura 6 – Ejecución de la actividad de codiseño. Piloto de Sagrada Familia, Barcelona.

8 Conclusiones

En este trabajo se ha mostrado todo el proceso que se ha seguido para la creación de un proyecto de ciencia ciudadana, pensado en la identificación y caracterización de áreas tranquilas en entornos urbanos y que ha conllevado un diseño y puesta en marcha de herramientas tecnológicas (aplicación dispositivos móviles y visor de datos), testeados mediante pruebas piloto que han permitido detectar errores y mejorar el producto y la metodología de aplicación, en función del tipo de usuario, pensando en dos tipos de usuarios: ciudadanía y comunidad educativa.

Una vez finalizado en proyecto, la solución tecnológica pasará a ser una aplicación corporativa de la Generalitat de Catalunya, cumpliendo las exigencias de seguridad, privacidad o accesibilidad (validado mediante auditoría IRA) y el visor web se integrará en el conjunto de visores de la Generalitat, cumpliendo con las directrices de datos abiertos (open data), es decir datos producidos o recopilados por los organismos públicos que se ponen a disposición de la ciudadanía para que los puedan utilizar libremente de manera sencilla.

El proyecto de ciencia ciudadana, tendrá dos versiones claramente diferenciadas:

- A la comunidad educativa, pudiendo servir como soporte de material pedagógico, por ejemplo, en proyectos de Servicio Comunitario Ambiental (desarrollo de un proyecto ApS centrado en la contaminación acústica).
- A la ciudadanía, con campañas específicas, como la Semana Sin Ruido, o de uso directamente por otras administraciones u organismos.

Agradecimientos

Los autores reconocen y expresan su gratitud a todos los ciudadanos y asociaciones que participaron activamente y de manera desinteresada en todas las etapas del proyecto y que reportaron observaciones de sonidos a través de la aplicación y asistieron a las diferentes actividades. Este estudio no habría sido posible sin la implicación y colaboración de los vecinos y vecinas del Barrio Sagrada Familia en Barcelona.

La elaboración del proyecto se enmarca dentro del Programa de Compra Pública de Innovación de la RIS3CAT de la Generalitat de Catalunya, y ha contado con el soporte de la Área Estratégica Económica – Secretaría de Asuntos Económicos y Fondos Europeos del Departamento de Economía y Hacienda.

Science for Change ha liderado el proyecto, pero sin los partners tecnológicos asociados: ICR, Qualud y la Dra. Antonella Radicchi el proyecto no habría sido posible.

Referencias

- [1] Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental:
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/ALL/?uri=CELEX%3A32002L0049>
- [2] European Environmental Agency (EEA) (2019). Environmental noise in Europe – 2020. Report No. 22/2019. *Publications Office of the European Union*, Luxembourg:
<https://www.eea.europa.eu/publications/environmental-noise-in-europe>
- [3] Decisión (UE) 2022/591 del Parlamento Europeo y del Consejo de 6 de abril de 2022 relativa al Programa General de Acción de las Unión en materia de Medio Ambiente hasta el 2030:
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX:32022D0591>
- [4] Sarah R. Rayne, Neil Bruce. 2019. Exploring the Relationship between Urban Quiet Areas and Perceived Restorative Benefits. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2019, 16(9), 1611. <https://www.mdpi.com/1660-4601/16/9/1611>
- [5] Programa *Our Natural Health Service* de la Agencia Escocesa de la Naturaleza:
<https://www.nature.scot/professional-advice/contributing-healthier-scotland/our-natural-health-service>
- [6] Emilia López-Iñesta, Miguel Ángel Queiruga-Dios, Daniel García-Costa, Francisco Grimaldo. 2021. Projectes de ciència ciutadana. *Mètode 2021 – 108*. Ciència ciutadana – Volum 1.
- [7] European Citizen Science Association. 2015. *Ten Principles of Citizen Science*:
<https://www.ecsa.ngo/10-principles/>
- [8] Peris E. et al. (2019). “Assessment of quiet areas in Europe”. *Proceedings of the 23rd International Congress on Acoustics (ICA)*, Aachen, September 2019.
- [9] Radicchi, A. (2021). “Citizen science mobile apps for soundscape research and public space studies. Lessons learned from the Hush City project” in Skarlatidou, A., Haklay, M. (eds). *Geographic Citizen Science Design: No One Left Behind*, UCL Press, pp. 130-148.
- [10] Schafer, R. Murray. 1977. *The Soundscape. Our sonic environment and the tuning of the world*. New York: A. Knopf.
- [11] ISO 12913-1. 2014. Acoustics. Soundscape – Part 1: Definition and conceptual framework. Geneva: International Standardization Organization
- [12] ISO/TS 12913-2:2018. Acoustics. Soundscape – Part 2: Data Collection and reporting requirements. Geneva: International Standardization Organization
- [13] Lawrence BT, Frücht A, Heying D, Schröer K, Gruehn D. Acoustic Characterization of Potential Quiet Areas in Dortmund, Germany. *Environments*. 2024; 11(4):69.
<https://doi.org/10.3390/environments11040069>