

ENVIRONMENTAL NOISE PERCEPTION ASSESSMENT: THE CITIZEN AS A SENSOR

PACS: 07.64.+z, 43.64.+r

Carolina Rodrigues Alves Monteiro¹; Alberto Zamarrón Pinilla

¹Universidad de Valladolid, Departamento de Física aplicada

Av. de Salamanca s/n 47014 , Valladolid , España

E-mail: carolarqurb@gmail.com

ABSTRACT

Comprehending the way cities operate under the "smart cities" approach, is to propagate the potential of gathering as much urban life information as possible and managing this amount of data with intelligent models for predicting the behaviour of different urban subsystems. Concerning environmental noise, it is commonly assessed through noise mapping, based on measurements and predictive models. Outcomes provided by this tool determine the guidelines for implementation of the action plans.

Often, noise control engineering approach relegates to a secondary role the essential assessment of noise perception by citizens. This article presents a proposal of an environmental noise management system, which key tool is a mobile application developed to reinforce citizen participation in urban noise management. The main objective is to favour the construction of a collaborative network, where users input information to the city acoustic evaluation system, as well as promoting mobile technologies as a tool for urban transformation and social participation.

RESUMEN

Comprender la forma como las ciudades funcionan bajo el enfoque de *smart cities*, es potencializar la posibilidad de coleccionar lo máximo de información posible sobre la vida urbana y gestionar estos datos a través de modelos inteligentes de predicción del comportamiento de los diferentes subsistemas urbanos. Cuanto al ruido ambiental, comúnmente es evaluado por medio de mapas de ruido, que se basan en medidas *in situ* y modelos predictivos. Los resultados proporcionados por esta herramienta determinan las directrices para la elaboración de los Planes de Acción.

A menudo, este enfoque de Ingeniería de Control de ruido relega a un segundo plano la valoración de la percepción del ruido por los ciudadanos. En este artículo se presenta una propuesta de sistema de gestión del ambiente sonoro urbano, cuya herramienta clave es una aplicación móvil desarrollada para reforzar la participación ciudadana en la gestión del ruido urbano. El objetivo principal es favorecer la construcción de una red de colaboración, donde los

usuarios proporcionen información de entrada al sistema de evaluación acústica de la ciudad, así como promover las tecnologías móviles como herramienta para la transformación urbana y la participación social.

INTRODUCCIÓN

Vivimos en un mundo de ciudades. El fenómeno urbano es una derivación de la esencia social del hombre, que hace con que la mayor parte de la población mundial, más de 50%, viva en asociaciones urbanas de mayor o menor tamaño y nivel de desarrollo. Por su complejidad especial, el ambiente urbano merece, una atención pormenorizada en cuanto a sus potencialidades y conflictos, principalmente en lo que se refiere a la calidad del medio, factor de difícil definición ya que engloba características físicas, humanas, sociales, económicas, ecológicas y todos los aspectos que tienen su origen en el ambiente urbano de que se trate.

El desarrollo urbano y el desarrollo de los niveles de ruido están estrechamente ligados. Por esta razón la planificación del uso del suelo y la planificación del desarrollo urbano pueden contribuir de manera significativa a aumentar o reducir la exposición de los habitantes al ruido. La planificación urbanística es una herramienta de gran utilidad para prevenir los problemas de ruido, pero generalmente es difícil de aplicar en territorios ya consolidados o ciudades compactas, como son la mayoría de las ciudades

Actualmente, es común entre instituciones públicas y especialistas utilizar el enfoque de *smart cities* a la hora de proponer medidas de gestión de los asuntos urbanos. Esta perspectiva busca comprender la manera cómo funcionan las ciudades por medio de coleccionar lo máximo posible de información sobre la vida urbana y gestionar estos datos con modelos inteligentes para predecir el comportamiento de los diferentes sistemas urbanos, como pueden ser el de movilidad urbana, o la red de distribución energética.

En lo que respecta al ruido urbano, este es por lo general evaluado por medio de mapas de ruido, basados en modelos predictivos y medidas in situ. Los resultados provenientes de estas herramientas determinan las directrices para la implementación de los Planes de Acción Contra el ruido. Habitualmente este enfoque de Ingeniería de Control de Ruido, relega a un segundo plano la fundamental evaluación de la percepción del ruido por los ciudadanos, generalmente consultados por medio de encuestas que pocas veces resultan en una evaluación asertiva. Ya en los procesos de planificación urbana, la participación de los ciudadanos muchas veces se confunde con el simple derecho a información en el proceso administrativo de aprobación de planes.

Este trabajo tiene como objetivo presentar un enfoque holístico a la hora de tratar el ruido ambiental como uno de los sistemas urbanos y su integración en los instrumentos de planificación. Se presenta una propuesta de arquitectura de sistema de gestión del ambiente sonoro urbano que tiene en cuenta la participación ciudadana.

EVALUACIÓN DEL RUIDO AMBIENTAL, DOS ENFOQUES

A la hora de tratar el tema del ruido ambiental en las ciudades en el mundo y en España, el enfoque predominante es el conocido como Ingeniería de control de ruido, metodología en la que se basan gran parte de la normativa relacionada a este tema. Sus principales características están descritas en la Figura 1. El ruido ambiental es considerado un residuo y la principal fuente considerada es el ruido de tráfico. Para el diagnóstico y evaluación de la situación acústica existente, el nivel de presión sonora – por medio de descriptores anuales como L_{den} y L_{night} (dB) – es el principal parámetro que se tiene en cuenta a la hora de computar la población afectada.

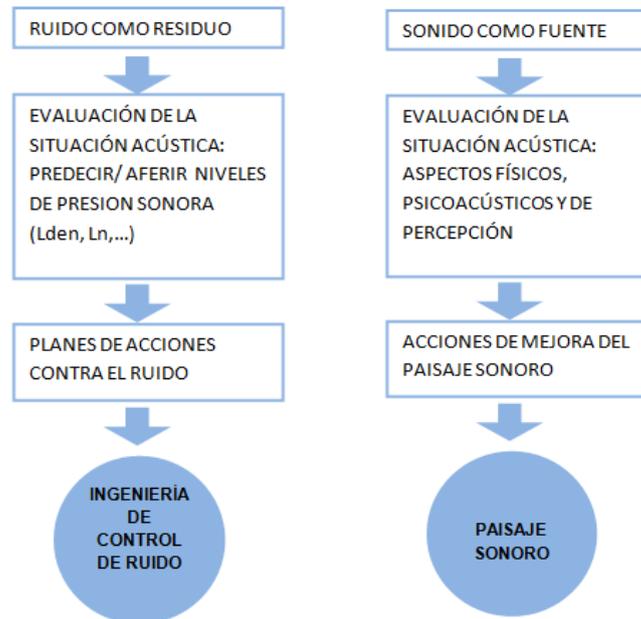


Figura 1. Esquema Ingeniería de Control de Ruido x Paisaje Sonoro

Sin embargo, a partir de esos datos es muy difícil interpretar el real impacto en la población, sin información adicional sobre la naturaleza de la fuente sonora y el contexto en el que está inmersa. La percepción del medio no consiste en una función modular donde cada modalidad sensorial actúa de manera independiente y, consecuentemente, la satisfacción con el ambiente sonoro no está estrictamente correlacionada a reducir niveles de ruido.

La noción de Paisaje Sonoro ha surgido en un ámbito dónde se buscaba repensar la evaluación del ruido y sus efectos. La idea es explorar el ruido en su complejidad y su ambivalencia y cambiar el enfoque hacia el sonido. Dadas las limitaciones del enfoque de Ingeniería de Control de Ruido, esta manera de tratar el ambiente sonoro urbano adopta un enfoque holístico que busca evaluar el significado de los sonidos y establecer la evaluación de la percepción humana como tema clave.

Es comúnmente observado que la simple reducción del nivel de ruido en el espacio urbano no necesariamente aumenta el grado de confort acústico (Yang and Kang, 2005b). Mientras los responsables por la planificación urbanística se esfuerzan para incluir la evaluación humana de la calidad del medio, evaluaciones subjetivas no forman parte de la normativa existente y tampoco están sistematizadas en la práctica habitual de los responsables por el Control del Ruido Urbano.

SMART CITY Y SMART CITIZENS

La arquitectura de sistema de gestión integral que se presenta en este artículo se basa en ICT, sigla en inglés para Tecnologías de Información y Comunicación. Los avances en esta rama ya no son ideales futuristas y el poder transformador de la tecnología está influyendo en la organización de las personas colectivamente, muchas veces facilitando procesos.

A lo largo de la historia, el desarrollo urbano siempre ha estado relacionado a avances de la técnica, no solamente vinculado a los avances en la información. Actualmente las ciudades están rodeadas por tecnología, sea para la movilidad, la generación y la distribución de energía, la provisión de servicios públicos, la gestión de residuos, la vigilancia y la seguridad.

El término *smart cities* viene siendo utilizado para expresar diversos conceptos relacionados al uso de nuevas tecnologías en la gestión urbana. En este estudio se adopta la idea de uso de las ICT como una oportunidad para nuevos procesos de investigación y análisis para entender mejor las ciudades y el comportamiento de sus habitantes, de modo a construir un modelo de ciudad habitable, flexible y sostenible. La tecnología también se presenta como una solución para afrontar los retos de la sostenibilidad urbana, ofreciendo mejoras de eficiencia en el consumo de recursos o incluso la posibilidad de modificarlos patrones de comportamiento.

Las nuevas modalidades de comunicación y las condiciones sociales nacidas de las redes sociales permiten que el ciudadano se articule por medio de canales alternativos de interacción y desarrolle actividades de participación cívica. El uso de las tecnologías móviles, como los *smart phones*, permite una gran democratización de los procesos de participación ciudadana, atrayendo públicos antes no confortables con las herramientas tradicionales en estos procesos.

El uso de tecnologías para servicios urbanos puede ser muy beneficioso para la mejora de los servicios públicos, así como tecnologías de empoderamiento del ciudadano, que posibilitan nuevas formas de intervención digital en la creación colectiva o simplemente en las experiencias de vida en la ciudad. Se han tenido en cuenta estos dos conceptos a la hora de desarrollar la propuesta de sistema de gestión para evaluación de las propiedades perceptuales y afectivas que contribuyen para la experiencia en el ambiente sonoro urbano.

PROPUESTA DE SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN DEL AMBIENTE SONORO URBANO

El sistema de gestión integral propuesto está pensado para ser implementado por las autoridades locales en municipios que tengan como objetivo tratar el ambiente sonoro urbano desde una perspectiva más amplia que la exigida por la normativa existente. A continuación se explica de manera esquemática la arquitectura de este sistema.

Utiliza recursos sencillos y ampliamente utilizados de TIC, interacción con el usuario e Sistemas de Información Geográfica. Dada la complejidad y dificultad primeramente de implicación por parte de las autoridades, y posterior puesta en marcha de un plan de gestión del ambiente sonoro urbano, el principal objetivo de este sistema es facilitar el cumplimiento de todos los requisitos mínimos impuestos por la normativa agregando con el valor añadido de la evaluación de percepción por parte de los ciudadanos.

En la propuesta, el sistema de información está concentrado en una herramienta web, donde los datos de entrada son los de la situación acústica de nivel (mapa de niveles sonoros), aportados por la administración y los responsables externos en Acústica y Planificación Urbana, e incorporación de componentes subjetivos (mapas de percepción) también colectados por medio de una aplicación móvil y aportados por los ciudadanos.

En una segunda etapa los datos recibidos son procesados, se configurarían los objetivos de calidad deseables o exigidos, y los resultados obtenidos serían:

- Mapas de conflicto de nivel → incumplimiento de los objetivos de calidad acústica
- Mapas de percepción → evaluación subjetiva de molestia
- Mapas de percepción → evaluación subjetiva de preferencia
- Mapas de zonas sensibles → zonas especiales donde coinciden los conflictos por niveles y por percepción.

En esta etapa también sería posible disponer de un sistema de cálculo y predicción incorporados al sistema, mediante el cual, los responsables pudieran incorporar simulaciones de acciones futuras antes de tomar una medida correctora o preventiva.

Al ser una herramienta web, el seguimiento de todas las actividades por el público se puede llevar a cabo de forma sencilla. La representación gráfica se puede realizar a través de visor GIS, o nuevos sistemas como Carto DB (www.cartodb.com), con un nivel de complejidad adecuado al usuario que vaya a utilizar la herramienta.

A partir de los resultados se llevarían a cabo acciones dentro de un plan integral para la calidad del Paisaje Sonoro. En las Figuras 2 y 3 se esquematiza esta propuesta de sistema.

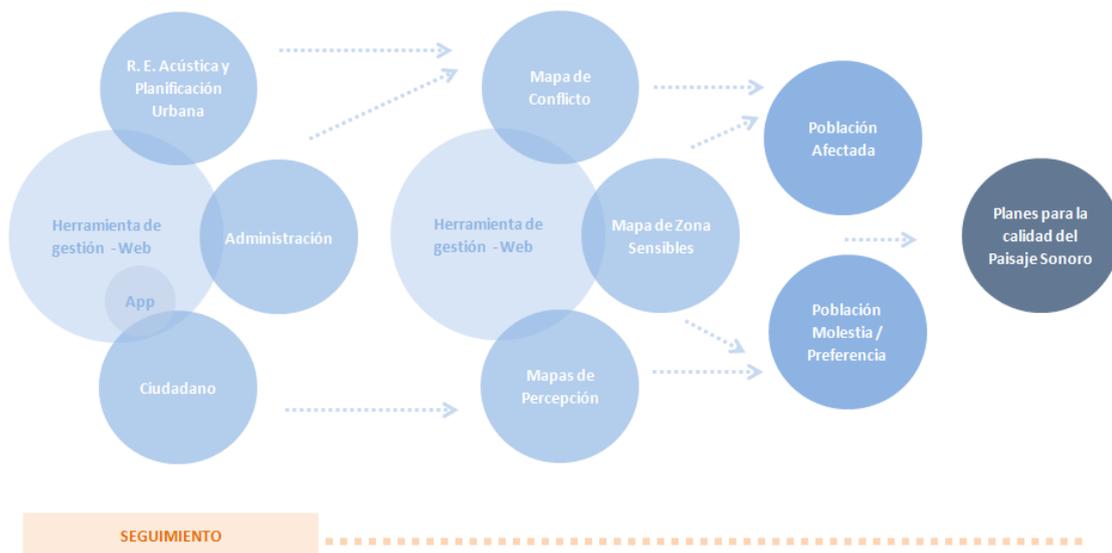


Figura 2. Esquema sistema de gestión del ambiente sonoro

El esquema del sistema está presentado de forma lineal, pero en la aplicación en la realidad, las etapas constituirían un proceso continuo, viabilizando la retroalimentación del sistema.

Cabe destacar que para que esta propuesta de gestión integral pueda funcionar de manera eficiente el grande desafío es lograr el acercamiento con los usuarios y ciudadanos, generando comprometimiento.

Como una de las herramientas de este sistema, se propone una aplicación móvil donde los ciudadanos aportan datos y reciben *feedback*. El objetivo es evaluar de las propiedades perceptuales y afectivas que contribuyen para la experiencia en el ambiente sonoro urbano y posibilitar que se generen procesos participativos donde los ciudadanos puedan influir en las intervenciones urbanas relacionadas al paisaje sonoro.



Figura 3. Esquema sistema de gestión del ambiente sonoro

Aplicación móvil

Esta propuesta de aplicación pretende colaborar con la adopción de la percepción del paisaje sonoro por parte de los ciudadanos dentro de un sistema de gestión integral y acciones tomadas por parte de la administración.

Consiste en una plataforma donde los usuarios aportan información acerca de su evaluación del paisaje sonoro y reciben *feedback* por medio de visualización de datos y acompañamiento de la gestión del ambiente sonoro urbano, con especial interés en espacios públicos.

La evaluación del paisaje sonoro por parte de los ciudadanos sigue siendo una tarea compleja y, a pesar de los diversos estudios realizados, todavía es necesaria más investigación cuanto a modelos teóricos de percepción y patrones, dados los inúmeros factores que interfieren en los ámbitos físico, psicológico y social del paisaje sonoro.

Las principales características de la propuesta de aplicación móvil son las siguientes:

1. Toma de datos – el ciudadano como sensor

Para que los ciudadanos aporten los datos de entrada, en este caso, su evaluación del paisaje sonoro, se propone utilizar la comparación de pares de imágenes, basados en análisis semántico diferencial. Una de las justificaciones para la utilización de evaluación visual por pares, está la complejidad del ambiente urbano y la facilidad de los ciudadanos interactuaren con la dimensión visual más que la matemática, por ejemplo.

2. *Feedback*

Se propone aplicar técnicas de *gamification* a la aplicación, recompensando el usuario con la posibilidad de conectar con otros usuarios y adquirir nuevos conocimientos acerca de la realidad acústica de la ciudad, por medio de la visualización de mapas y estadísticas adaptadas a no expertos.

3. Dirigiéndose al grupo de usuarios

Se propone que la interfaz de la aplicación priorice la accesibilidad para un conjunto amplios de usuarios no expertos en cuestiones de planificación urbana o gestión de ruido.

4. Lanzamiento del sistema

Como característica intrínseca a la gestión urbana, en un primer momento esta herramienta depende de que se logre involucrar a la administración local en las cuestiones relacionadas al ambiente sonoro para su lanzamiento.

Para un futuro desarrollo de la aplicación, se tiene como objetivo utilizar una metodología de Diseño Centrado en el Usuario (DCU), contando con la participación de usuarios reales, desde las fases más tempranas de investigación para la definición de requisitos, hasta la evaluación del diseño para su mejora.

CONCLUSIONES

Abordados dos enfoques distintos de tratamiento del ambiente sonoro urbano, sea el de Control de Ruido o de Paisaje Sonoro, se puede comprobar que no existen fórmulas para gestionar el ruido ambiental, y siempre habrá que tener en cuenta las especificidades de cada localidad.

Dadas las limitaciones presentadas por la Ingeniería de Control de Ruido, se observa la necesidad de adoptar un enfoque más holístico y que tenga al usuario, acompañado de sus experiencias y expectativas como protagonista. Un equilibrio entre medidas acústicas, planeamiento urbano y participación de los ciudadanos conllevan a una nueva manera de comprender el espacio público y el paisaje sonoro.

Otro punto importante a destacar es la constatación de la importancia de la integración de los planes de reducción del ruido en los procesos de planificación urbanística. La facilidad actual que hay de movilizar de los recursos hace con que las ciudades tengan un carácter global, pero a pesar de este desprendimiento de barreras físicas, se mantienen las barreras tecnológicas y ambientales, las cuales pueden afectar a largo plazo la sostenibilidad del ambiente urbano.

El uso de tecnologías para servicios urbanos puede ser muy beneficioso para la mejora de los servicios públicos, así como tecnologías de empoderamiento del ciudadano, que posibilitan nuevas formas de intervención digital en la creación colectiva y en las experiencias de vida en la ciudad. Es necesaria la incorporación de la filosofía de gestión integral del ruido para lograr una mayor eficiencia en la identificación de conflictos tanto de nivel como de percepción, lograr la implicación de todos los agentes, y proponer medidas correctoras coherentes con los intereses de la población, políticos y demás entidades relacionadas a las cuestiones del ambiente sonoro urbano.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Available at: <http://www.ciudadesaescalahumana.org/>
- Available at: http://www.unfpa.org/swp#ref_state-of-world-population-2012
- Berglund, B. L. T. S. D. H., 1999. WHO - Guidelines for Community Noise, s.l.: s.n.
- Bradley, M. and Lang, P.J., 1994. Measuring emotion: the self-assessment semantic differential

- Brown, G. and Weber, D., 2012. Measuring change in place values using public participation GIS (PPGIS). *Applied Geography*, 34, pp.316–324.
- Cain, R. et al., 2008. SOUND-SCAPE: A framework for characterising positive urban soundscapes. *Journal of the Acoustical Society of America*, 123, pp.3261–3264.
- European Parliament, Council, 2002. Directive 2002/49/EC of the European Parliament and of the Council of 25 June 2002 relating to the assessment and management of environmental noise. s.l.:Official Journal of the European Communities.
- Fernández, M., n.d. Ciudades a Escala Humana. [Online]
- Hall, D. et al., 2013. An exploratory evaluation of perceptual, psychoacoustic and acoustical properties of urban soundscapes. *Applied Acoustics*, Volume 74, pp. 248-254.
- Hiramatsu, K., 2004. Soundscape: The concept and its significance in acoustics. *Internoise*, pp.205–208.
- Jennings, P. and Cain, R., 2012. A framework for improving urban soundscapes. *Applied Acoustics*.
- Lynch, K., 1960. *The Image of the City*. Director, p.194.
- Salesses, P., Schechtner, K. and Hidalgo, C.A., 2013. The Collaborative Image of The City: Mapping the Inequality of Urban Perception. *PLoS ONE*, [online] 8(7), p.e68400. Available at: <<http://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0068400>> [Accessed 25 Jul. 2013].
- Schafer, M. R., 1994. *The Soundscape: Our Sonic Environment and the Tuning of the World*. Vermont: Destiny Books.
- Schulte-Fortkamp, B. and Voigt, K., 2012. Why soundscape? The new approach to “measure” quality of life. *Journal of the Acoustical Society of America*, 131, p.3437.
- Schulte-Fortkamp, B., 2011. *Soundscape Approaches. Public Space Perception and enhancement drawing on experience*. Nauener Platz. Brighton, COST Action TD0804 Workshop.
- United Nations Population Fund., 2012. *State of World Population 2012*. [Online]
- Vergara, A. & de las Rivas, J. L., 2004. *Territorios Inteligentes*. Madrid: Fundación Metrópoli.
- WJ Davies, M. A. N. B. R. C. A. C. P. C. K. H. P. J. C. P., 2007. *The Positive Soundscape Project*. Madrid, ICA - Internacional Congress on Acoustics.
- Yang, W. and Kang, J., 2005a. Acoustic comfort evaluation in urban open public spaces. *Applied Acoustics*, 66, pp.211–229.