

# Algo suena en el Campus de Gandia<sup>1</sup>



**Rubén Picó**

Instituto de Investigación para la Gestión Integrada de Zonas Costeras, Universitat Politècnica de València. Valencia, España

rpico@fis.upv.es

Son diversas las noticias que resuenan desde hace años en los medios y las redes sociales de la Safor: “Cinco estudiantes del campus son premiados en un congreso nacional”, “Proyecto pionero para reducir el ruido de cohetes”, “Ambiciosa investigación de los ultrasonidos en la implantología oral” y muchas otras. Todas ellas tienen dos cosas en común: la acústica y el Campus de Gandia de la Universitat Politècnica de València (UPV).

El Campus de Gandia de la UPV tiene ya 25 años. Pueden parecer muchos, pero en realidad son muy pocos si se comparan con los 50 años de la Universitat Politècnica de València y, muchísimos menos con la historia de más de 500 años de la Universitat de València. Al inicio, no era un Campus, sino una Escuela más de la UPV: la Escuela Politécnica de Gandia. Había un edificio (actualmente el aulario) y unos cuantos profesores que compartían despacho en una sala con muchos alumnos en clase. En esos años, un nuevo e ilusionante proyecto educativo estaba naciendo, cuyo eco tendría pronto una gran repercusión social en la comarca de la Safor.

Es en ese contexto académico en el que unos cuantos pioneros tuvimos la buena idea de apostar por hacer ciencia en una disciplina que, en España, a diferencia de otros países, tenía relativamente poca relevancia y mucha juventud: la acústica. En ese grupo había ingenieros y físicos con diferentes sensibilidades y tradiciones científicas con vocación de contribuir a la ciencia en esa rama de la física. Profesores investigadores de una universidad pública aún por construir en el Grao de Gandia.

Las dos tareas principales de un profesor de universidad son la docencia y la investigación. Aunque son actividades de naturaleza distinta, ambas se retroalimentan. Un buen docente universitario investiga para estar al día. Y un buen investigador ha de ser capaz de divulgar y enseñar sus conocimientos a gente no experta. La investigación es una tarea apasionante, pero también compleja. Es una actividad creativa y también productiva que requiere de la participación de muchos actores y el acceso a diversos recursos tanto humanos como técnicos. El apoyo de las instituciones es imprescindible a través de financiación de proyectos de investigación, estancias de movilidad y personal técnico y de administración. Sin todos esos ingredientes es muy difícil hacer ciencia.

Al inicio de la Escuela, contábamos con muy pocos de esos recursos. Hoy en día sabemos que la estrategia con la que nuestro equipo comenzó su andadura fue un gran acierto. Se articuló en diversas acciones. Por una parte, intentamos hacer investigación con los mismos recursos que dotaba la universidad para las actividades docentes. Los laboratorios eran de docencia, y también de investigación. Además, pensamos y acordamos solicitar un gran número de proyectos de investigación financiados por entidades locales, regionales y también nacionales. Algunas veces en colaboración con otras universidades. Eso permitió el arranque de los primeros trabajos y la validación de nuestras ideas a través de la divulgación en congresos y en publicaciones científicas. Por último, hicimos desde el inicio una labor intensa de colaboración con empresas de la comarca para aportar soluciones tecnológicas innovadoras. La teoría con papel

<sup>1</sup> Nota de la Editorial: con motivo del 25 aniversario de la Escuela Politécnica Superior de Gandia, de la Universidad Politécnica de Valencia, se ha editado un libro compuesto de diversos artículos sobre la actividad desarrollada en dicho Campus. Por su contenido divulgativo publicamos aquí el artículo referente a la actividad desarrollada en el Departamento de Física Aplicada en el campo de la acústica.



y lápiz y también pizarra, la experimentación en los laboratorios con sensores y aparatos de medida, y después simulaciones computacionales en ordenadores. Todo ello ha sido necesario y sigue siéndolo para hacer ciencia; para investigar en acústica.

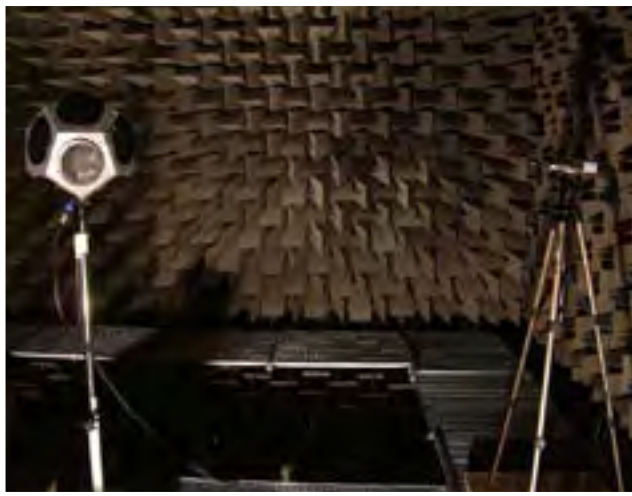
El fruto del trabajo colectivo de estos años tiene un resultado muy claro: en el Campus de Gandia se encuentra uno de los grupos de acústica español con mayor proyección internacional. El eco de los éxitos científicos es resultado del trabajo de un equipo de personas que se ha propagado a través de múltiples publicaciones, congresos, colaboraciones internacionales, premios, proyectos de investigación y convenios con empresas. En la actualidad la actividad desarrollada en acústica en el Campus de Gandia se encuentra en su plenitud. Se han diversificado los campos de estudio y especialidades y trabajan en acústica más de 20 personas, incluyendo profesores, alumnos de doctorado, postdocs, técnicos de laboratorio y técnicos de investigación.

¿Qué es la acústica? Una gran parte de personas identifican la acústica con la música. Efectivamente, muchos músicos y también alumnos de los últimos años de secundaria en las jornadas de puertas abiertas han experimentado el espectacular efecto sonoro (¡y para algunos de vértigo!) que se produce al entrar en la cámara anecoica de la Escuela Politécnica Superior de Gandia (EPSG). Los instrumentos no suenan igual allí porque las paredes no reflejan el sonido y los músicos se dan cuenta con gran contrariedad. Desde su construcción, esta cámara ha servido para medir en multitud de ocasiones en qué direcciones emiten sonido diferentes tipos de altavoces y otras fuentes sonoras. De hecho, nuestro grupo de acústica ha contribuido a investigar, caracterizar y diseñar altavoces en colaboración con muchas empresas de el sector de electroacústica. Tenemos la suerte de que el sector electroacústico está desde hace tiempo muy desarrollado en la comarca de la Safor y en la Co-

munidad Valenciana. La sinergia es total: nuestra Escuela se beneficia de esta larga experiencia a través de convenios y colaboraciones con las empresas del sector y, al mismo tiempo, las empresas conocen de primera mano a investigadores de prestigio y también alumnos que serán futuros profesionales altamente cualificados para el mercado laboral con una sólida formación en acústica.

Un efecto, extraño también pero contrario al anterior, se produce justo al entrar en la sala de enfrente, en la cámara reverberante. Cuando un profesor explica para qué sirve, estando dentro de ella, los alumnos comprueban después de unos pocos segundos que no se entiende nada. La inteligibilidad del mensaje se reduce porque el sonido se dispersa durante mucho tiempo dentro de esta sala con paredes muy reflectantes no paralelas entre sí (¡también da vértigo a alguno!). La utilizamos principalmente para caracterizar las propiedades absorbentes de distintos materiales acústicos. Para ello medimos el tiempo que tarda el sonido en caer tras un impulso, que es una especie de palmada electrónica. Al distribuir el material acústico en el suelo de la cámara el tiempo de reverberación se reduce y eso nos permite averiguar la capacidad de absorción sonora del material.

Asimismo es bien conocido el problema acústico de contaminación producido por el ruido de los coches. Es una de las actividades que más repercusión tiene en el día a día de los ciudadanos. En el Campus de Gandia es frecuente ver a alumnos midiendo con un sonómetro en la mano o en un trípode. Son medidas que permiten caracterizar el ruido ambiente de forma cuantitativa. Tanto profesores, como alumnos y profesionales formados en la EPSG hemos contribuido a conocer mejor el impacto ambiental del tráfico rodado en muchos pueblos y ciudades de nuestro entorno. Desde el inicio de la Escuela, una gran cantidad y calidad de trabajos académicos (de grado y de máster) y también convenios con empresas han servido para contribuir a esta importantísima actividad.



El ruido es posiblemente la forma de energía más escurridiza. Es complicado confinarlo en un espacio reducido y, todavía más, eliminarlo. Se propaga en todos los estados de la materia. En sólidos en forma de vibraciones y en fluidos (líquidos y gases) a través de ondas sonoras y ultrasonoras. No se deja domesticar fácilmente. Por eso, en el Campus de Gandía estamos permanentemente investigando nuevas propuestas para la reducción o eliminación del ruido que funcionen en diferentes aplicaciones. Por ejemplo, hemos diseñado y caracterizado un material que produce absorción sonora perfecta. Al igual que la luz entra en un agujero negro y no sale, el sonido es totalmente absorbido en estos materiales. Los últimos años, el respeto por el medio ambiente ha ido en aumento. En sintonía con esta sensibilidad, hemos propuesto materiales acústicos innovadores basados en la utilización de materiales provenientes de reciclado, naturales o compuestos ecológicos. También se han propuesto materiales sostenibles, no dañinos y respetuosos con el medio ambiente sustitutos de las soluciones acústicas convencionales.

Otra novedad importante es la entrada de la nanotecnología en nuestros laboratorios. Los nanomateriales están hechos de partículas de tamaños del orden de 100 nanómetros, es decir, mil veces más pequeños que una mota de polvo. Hemos demostrado cómo materiales compuestos de nanofibras permiten aumentar las prestaciones acústicas del material, reduciendo así su peso. Todos estos materiales reducen la energía sonora que se propaga a través de ellos. Se utilizan para aislar acústicamente unas salas de otras en la edificación y para evitar que los vecinos se molesten. También para acondicionar acústicamente recintos muy reverberantes en los que no puedes entender a quien te habla a menos de un metro. Sin embargo, cuando la intensidad del sonido es muy elevada se requieren soluciones de otro tipo, ya que la capacidad de absorción sonora satura y los materiales

dejan de ser eficientes. Esto implica la necesidad de realizar sistemas más complejos para reducir grandes problemas de ruido, como los que genera un cohete en su despegue.

El ruido que produce un cohete espacial al despegar es atronador; es el evento sonoro de mayor nivel producido por el ser humano. De hecho, la Agencia Espacial Europea se plantea reducir ese ruido generado en las primeras fases del lanzamiento. La carga acústica reflejada en la base de lanzamiento desestabiliza las lanzaderas que transportan cargas muy sensibles a las vibraciones como, por ejemplo, telescopios manufacturados con precisión nanométrica. Hace 8 años, varios ingenieros expertos en acústica de la Agencia Espacial Europea se dirigieron a nosotros para buscar soluciones a ese complejo y ruidoso problema a través de la financiación de un proyecto de investigación de ingeniería puntera. Las propuestas tradicionales para absorber energía no funcionan debajo del cohete porque el material se chamuscaría a 3.000°C, que es la temperatura a la que se encuentran los gases que expulsa en el despegue. Por tanto, es necesaria un mecanismo acústico eficiente y que, al mismo tiempo, sea suficientemente robusto para aguantar unas condiciones físicas tan extremas. Propusimos una estructura que conocemos bien: un cristal de sonido.

Un cristal de cuarzo es una estructura interna microscópica ordenada de átomos de silicio. Pues bien, un cristal de sonido tiene una forma similar pero macroscópica, más grande. La forma más sencilla es una distribución periódica de barras muy grande. Los cristales de sonido producen muchos efectos curiosos en las ondas sonoras. Si sabemos diseñarlos podemos conseguir manejar y controlar la propagación del sonido de formas que no se consiguen con los materiales ordinarios. Demostramos que se pueden desviar las ondas sonoras reflejadas en la base de lanzamiento de VEGA por medio de la instalación de un cristal de sonido diseñado para ese propósito. Con ello se consigue reducir un 40% la energía acústica que llega al cohete.

Los acústicos no sólo nos ocupamos de lo que suena, también de ondas que no suenan. Los ultrasonidos son ondas acústicas cuya frecuencia de vibración está por encima de la capacidad de audición del oído humano. Las partículas que constituyen la materia oscilan tan rápido que nuestro tímpano no es capaz de vibrar y transmitir la información a los huesos del oído medio de manera eficiente. Estas ondas acústicas "mudas" resultan de gran utilidad para muchas aplicaciones.

Poco a poco nos estamos acostumbrando a aparcar el coche de oído. No me refiero al desafortunado sonido grave cuando un coche choca con el coche de detrás, sino a los sensores de ultrasonidos que con tonos

agudos repetidos periódicamente nos avisan de su posición al aparcarlo. Aunque oímos los tonos dentro del coche, los sensores que están en el parachoques emiten y reciben simultáneamente ultrasonidos. El coche utiliza el mismo sistema que los ciegos murciélagos para situarse en la noche, es decir la ecolocalización.

En el Campus hemos empleado ese mismo sistema para el posicionamiento acústico de sensores que detectan neutrinos. El telescopio submarino de neutrinos kilómetro cúbico, conocido como KM3NeT, es una futura infraestructura de investigación europea que ya ha empezado a construirse y está ubicada en dos lugares del fondo del Mediterráneo. El telescopio es capaz de detectar neutrinos mediante la luz que emiten las partículas que se forman (muones) después de interactuar con la materia y que viajan a través del mar con una velocidad mayor a la de la luz en dicho medio. Los neutrinos son las partículas elementales que menos interactúan con la materia y, por tanto, pueden llegar desde los confines del universo y atravesar la Tierra sin sufrir alteración alguna. Su detección no es sencilla. En el Campus tenemos la suerte de colaborar en este ambicioso proyecto.

Pero, ¿qué tiene que ver la acústica con los neutrinos? Para reconstruir la posición de los neutrinos detectados, es necesario que los detectores estén muy bien localizados. Pues bien, al igual que los sensores del coche, hemos propuesto el diseño de un sistema de ultrasonidos para monitorizar la posición de los módulos ópticos en las profundidades del mar y poder reconstruir las trayectorias de los neutrinos con una precisión angular mejor de un grado.

Cada vez más los programas de financiación de proyectos de investigación se alinean con líneas estratégicas valoradas y propuestas por la Unión Europea. La salud es una de las áreas que progresivamente presenta más interés debido a su íntima relación con el bienestar de la población. Los equipos de investigación que trabajan en acústica son también sensibles a esta tendencia. De hecho, los ultrasonidos presentan muchas ventajas en el área médica con respecto de otras técnicas, tanto para diagnóstico de patologías como para terapias. Nuestro grupo trabaja intensamente y prolíficamente en este campo desde hace unos años. En el Campus de Gandia, hemos desarrollado una herramienta clave para la colocación de implantes dentales. La investigación en curso tiene por objetivo utilizar ultrasonidos para conocer la evolución y regeneración del hueso. La energía ultrasónica utilizada en esta aplicación tiene poca intensidad y es no invasiva, es decir, no daña los tejidos. La señal acústica emitida se refleja en el hueso y vuelve al sensor proporcionando información del hueso que se está inspec-

cionando. Con ello el odontólogo consigue averiguar si la densidad ósea es adecuada para colocar el implante sin necesidad de cirugía.

Al focalizar ultrasonidos con lentes acústicas se aumenta la intensidad, por lo que se emplean para el tratamiento de diferentes patologías. Para ello, es necesario concentrar la energía emitida por el transductor sobre una zona localizada en el interior del cuerpo humano. Si esa parte del cuerpo es el cerebro además el sonido debe atravesar el cráneo. Investigadores del Campus de Gandia hemos patentado y publicado una nueva tecnología capaz generar hologramas acústicos en el interior del cerebro que se superpongan sobre las estructuras afectadas, con lo que se reduce el tiempo de tratamiento, se mejora su eficiencia y se minimiza el coste.

La mayoría de tejidos humanos en los que viajan las ondas ultrasonoras tienen características acústicas muy similares al agua. Se denominan tejidos blandos. Los ultrasonidos también se propagan en el agua del mar. Animales marinos, como los delfines o las ballenas, se comunican por medio de señales acústicas subacuáticas de media y baja frecuencia, y entre ellos, los odontocetos (cetáceos dentados) han desarrollado lo que se ha dado en llamar un bio-sónar, usando ultrasonidos. El sónar es una técnica que se utiliza para navegar o detectar objetos en el agua, como por ejemplo peces, a partir del eco que producen. Los avances en ciencia permiten encontrar soluciones tecnológicas para los nuevos desafíos medioambientales. En el Campus somos muy conscientes de ello y de la necesidad de desarrollar herramientas que faciliten una explotación sostenible de los recursos naturales. Hemos desarrollado un sistema combinado acústico y óptico que recoge información de los ecos ultrasónicos de atunes rojos capturados por las empresas de pesca para contribuir a la protección y recuperación de esta especie. Los atunes se enjaulan en alta mar y se remolcan a la costa para engordarlos en otras jaulas. Con esta técnica se pueden contar y medir de forma automática durante el traspaso de una jaula otra. Además, facilita y mejora el cálculo del peso de las capturas de atún rojo a partir de su longitud, altura y anchura máxima.

El contexto profesional más adecuado para la difusión de resultados científicos es el congreso anual nacional de referencia en acústica: Tecnicacústica. El número y calidad de trabajos científicos de investigadores del Campus presentados en todas las ediciones del congreso, son muestra de la intensa y creciente actividad desarrollada en el campo de la acústica en el Campus de Gandia. La Sociedad Española de Acústica ha reconocido a más de 15 jóvenes investigadores del Campus con premios de prestigio por sus trabajos de investigación.





El futuro de la acústica en Gandía se escucha todos los días en el Campus. Los temas, proyectos y ramas de la acústica siguen evolucionando y creciendo. Jóvenes universitarios de grandísimo talento, capacidad, ilusión y muchas ganas de conocimiento cursan el Máster de Ingeniería Acústica, que ha visto pasar ya 10 promociones de estudiantes. Es un entorno académico en el que alumnos con formaciones y orígenes distintos encuentran una oferta docente atractiva y de prestigio en acústica. Los más jóvenes buscan en el máster una formación completa y puntera que les permita acceder a un mercado laboral muy especializado. Otros con experiencia laboral, conscientes de la importancia de tener formación permanente quieren dar un impulso o un giro a su trabajo. También los hay que lo cursan por el puro placer de aprender. El gran prestigio del grupo de acústica ha abierto la puerta a una amplia oferta de movilidad internacional del máster que permite a muchos seguir investigando en acústica en otros centros. Todo ello es posible gracias a los intercambios de docentes, de investigadores y de alumnado con diferentes universidades europeas como, por ejemplo, la Université du Mans en Francia y sudamericanas como la Universidad Austral de Chile en Valdivia. A partir del curso 2021/2022, alumnos excelentes podrán cursar el Máster de Ingeniería Acústica en el prestigioso programa conjunto Máster Erasmus

Mundus entre la UPV, l'Ecole Centrale de Marsella en França y la Universidade de Coimbra en Portugal.

La intensa colaboración de los investigadores del Campus de Gandía con las empresas del entorno facilita la incorporación de los alumnos al mercado de trabajo en el sector a través de prácticas en empresa. Muchos de ellos deciden integrarse en el mercado laboral, otros emprendedores se atreven a crear sus propias empresas. Algunos son estudiantes apasionados por el estudio que deciden profundizar sus conocimientos en el doctorado. Sin lugar a dudas, el espectacular desarrollo de la acústica en Gandía ha sido posible en gran medida a su labor. Muchos de ellos cogen el testigo, el espíritu y la pasión por la investigación y por la acústica, que seguirá resonando por muchos años en el Campus de Gandía.

Investigadores acústicos del Campus de Gandía: Jesús Alba, Miguel Ardid, Manuel Bou Cabo, Víctor Espinosa, Juan Antonio Martínez Mora, Isabel Pérez Arjona, Rubén Picó, Javier Redondo, Romina Del Rey, Víctor José Sánchez Morcillo.

Este artículo ha sido publicado en diciembre de 2019 en el libro *Escola Politècnica Superior de Gandía. XXV anys (1994-2019)*, Valencia, coordinado por Santiago La Parra López.



decustik®

Paneles acústicos personalizados  
la acústica sin límites