

---

**XIII Congreso Argentino de Acústica**  
**VII Jornadas de Acústica, Electroacústica y Áreas Vinculadas**

**Buenos Aires, 29 y 30 de octubre de 2015**

AdAA2015-A016

**La electiva Sonido y Hábitat en la carrera de Arquitecto**

Beatriz Garzón<sup>(a, b)</sup>,  
Elisa Soldati<sup>(b)</sup>,  
Leonardo Paterlini<sup>(a, b)</sup>,  
Virginia Soler Legname<sup>(b)</sup>.

(a) CONICET, MinCyT. E-mail: bgarzon06@gmail.com

(b) Facultad de Arquitectura y Urbanismo – Secretaría Ciencia, Arte e Innovación Tecnológica,  
Universidad Nacional de Tucumán – Av. Kirchner 1700, Código Postal 4000.

**Abstract**

This paper aims to show the experience carried out in the elective assignment “Sound and Habitat” of the Chair of Environmental Conditioning II, Environmental Conditioning Institute, Faculty of Architecture and Urbanism, National University of Tucumán, created in 2014. The strategy of the teaching-learning process developed is part of the participatory action-research methodology and it implements the constructivist model and the inductive method for the consideration of the acoustic concepts and aspects at architectural and urban scales, including theoretical knowledge and practical skills with the intervention into a concrete reality. Among the achieved results can be highlighted the works about Architectural Acoustics, Noise Pollution and Soundscape in San Miguel de Tucumán City and also the organization of the First “International Noise Awareness Day” in Tucumán.

**Resumen**

Este trabajo tiene como propósito: mostrar la experiencia desarrollada en la Materia “Electiva Sonido y Hábitat” de la Cátedra de Acondicionamiento Ambiental II del Instituto de Acondicionamiento Ambiental de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de Tucumán, creada en 2014. La estrategia del proceso de enseñanza-aprendizaje desarrollada se enmarca en la Investigación Acción-Participativa e implementa el Modelo Constructivista y el Método Inductivo para la consideración de los conceptos y aspectos acústicos a escalas arquitectónica y urbanística, con inclusión de conocimientos teóricos y prácticos con intervención en una realidad concreta. Entre los resultados alcanzados se destacan trabajos sobre Acústica Arquitectónica, Contaminación Sonora y Paisaje Sonoro en el Gran San Miguel de Tucumán y la organización y desarrollo del 1er. “Día de Concientización sobre el Ruido” en Tucumán.

## **1 Introducción**

En la Facultad de Arquitectura de la Universidad Nacional de Tucumán (FAU-UNT), las carreras de grado deben ofrecer ámbitos y modalidades de formación teórico-práctica que colaboren en el desarrollo de competencias profesionales. Por lo tanto, asegurará la flexibilidad curricular, promoviendo un diseño auto gestionado del trayecto curricular adaptado a la dinámica de los cambios de la sociedad.

En este marco se profundizará la formación del alumno en áreas de su elección, ofreciendo oportunidades de aprendizaje y ejercicios que lo capaciten para resolver problemas de orden teórico-práctico en el campo de su elección.

Y, es en este contexto que la oferta de materias electivas tiene por objeto fortalecer áreas de conocimiento, desarrollar campos de interés particular, vincular, en una coordinación preestablecida, áreas de conocimiento que puedan articularse con el postgrado, explorar temas de vacancia, o no profundizados en el desarrollo de la propuesta curricular obligatoria, otorgar una orientación especial al perfil del egresado.

La Electiva Sonido y Hábitat se enmarca dentro de dicho contexto y busca ahondar y profundizar en los conceptos y aspectos de la acústica desde la perspectiva del quehacer arquitectónico y urbanístico, los que son planteados en forma introductoria en las asignaturas de grado en particular los Acondicionamientos Ambientales. Problemática que merece un desarrollo de mayor profundidad que habilite a la toma de decisiones en la etapa de diseño, tanto en planteos arquitectónicos de mediana complejidad y su incidencia en el entorno próximo, como también y en intervenciones a nivel urbano. Esta temática se la plantea mediante el desarrollo de actividades que permiten: A). Profundizar en el conocimiento de los principios y factores que determinan el comportamiento acústico de los espacios arquitectónicos y los procesos involucrados, B). Adquirir hábitos de análisis, comprobación y valoración de la problemática en la fase de proyecto y alcanzadas una vez culminado el proceso constructivo, C). Estudiar estrategias de diseño y los recursos técnicos para alcanzar niveles de confort acústico y los métodos de medición y simulación de casos, D). Difundir y transferir los resultados alcanzados..”.

Los aspectos enunciados tienen el propósito de: capacitar al alumno en el manejo de los criterios, instrumentos y sistemas pertinentes para la toma de decisiones y la proposición de alternativas conducente a la reducción del impacto acústico, para poder alcanzar rangos aceptables de confort acústico en diversos espacios en relación a su función y su entorno y concienciar al respecto.

## **2 Descripción de la asignatura y su contexto curricular**

El Plan de Estudios de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Nacional de Tucumán (FAU-UNT), se organiza como una estructura tramada compuesta por tres ciclos como estadios formativos, y cuatro áreas de conocimientos, “Comunicación y Forma”, “Proyecto y Planeamiento”, “Ciencias Básicas, Tecnología, Producción y Gestión” e “Historia y Teoría”. Los ciclos son:

1° CICLO - GRADO: INTRODUCTORIO - Propedéutico-Holístico. Introductoria al discurso conceptual y metodológico de la carrera. Incluye al 1° nivel (2 semestres)

2° CICLO - GRADO: DISCIPLINAR BASICO - Analítico-Conceptual. De apropiación y profundización progresiva y diversificada de los contenidos básicos de la oferta. Desarrolla capacidades básicas de la práctica proyectual. Incluye al 2°, 3° y 4° nivel (6 semestres)

3° CICLO - GRADO: DISCIPLINAR SUPERIOR - Sintético-Integrador. De afianzamiento y consolidación relacional y sistémica de los conocimientos avanzados de la carrera. Incluye al 5° nivel (2 semestres).

Las materias Electivas que se dictan en la FAU-UNT cuentan con la aprobación del Honorable Consejo Directivo, organizadas por áreas temáticas y se ubican entre el 3er. y 5to. Nivel de la carrera, teniendo los alumnos que cursar y aprobar 6 Electivas a libre elección entre las que se ofrecen en su Plan de Estudios.

Sonido y Hábitat es una Electiva que se halla en el área de las Ciencias Básicas, Tecnología, Producción y Gestión, con una carga horaria total de 48 hs. y cuyos objetivos son: a) Establecer las causas y efectos de los problemas acústicos, b) Relacionar los mismos para desarrollar soluciones acústicas orientadas a alcanzar el bienestar psicofísico de los habitantes de los espacios, c) Analizar, comparar y aplicar la normativa pertinente, d) Estudiar los métodos normalizados de medición y evaluación acústica, e) Reconocer y manejar instrumental para la evaluación acústica, f) Reconocer y emplear herramientas e instrumentos sencillos de análisis y evaluación de las condiciones acústicas de un local, g) Indagar y desarrollar herramientas, elementos, dispositivos, etc. para la experimentación, demostración y comprobación de los fenómenos y procesos inherentes involucrados, como así también sus similitudes y diferencias, h) Estudiar propiedades acústicas de materiales y sistemas tecnológicos, tanto tradicionales como novedosos y/o no convencionales, y sus aplicaciones, i) Generar instrumentos y medios para la concienciación, difusión y la transferencia en relación a las problemáticas y soluciones acústicas a nivel urbano y arquitectónico.

### 3 Descripción de la metodología de trabajo

Se implementa el modelo “constructivista”, el cual plantea que el rol del maestro no es el de transmitir conocimiento solamente, sino el de propiciar los instrumentos para que el alumno lo construya a partir de su saber previo es decir que es una construcción del sujeto.



**Figura 1.** El conocimiento es una construcción del sujeto

Para el análisis de casos se implementó el método “inductivo” que se basa en la experiencia, en la participación, en los hechos y posibilita en gran medida la generalización y un razonamiento globalizado. Se trabajó en el marco de la “Investigación-Acción Participativa”; metodología que apunta a la producción de un conocimiento propositivo y transformador, mediante un proceso de debate, reflexión y construcción colectiva de saberes entre los diferentes actores de un lugar con el fin de lograr la transformación social.

Los alumnos conformaron equipos de trabajo de entre 4 a 5 integrantes y cada grupo analizó diferentes situaciones; todas ellas, son casos concretos ubicados en el Gran San Miguel de Tucumán, Argentina. Estos casos de estudios fueron debidamente seleccionados para poder realizar en ellos el análisis y detección de los problemas acústicos y, posteriormente, un planteo de soluciones posibles a las problemáticas de cada situación en particular.

Durante su dictado, que se extiende en un cuatrimestre, se prevén diversas actividades, las que contemplan exposiciones presenciales, demostraciones y experimentaciones. También,

se dictaron videoconferencias; entre ellas estuvo la del Dr. Ing. Ernesto Accolti sobre el tema “Control de Ruido y Mediciones”. Además, se realizan trabajos en campo que incluyen relevamientos, entrevistas a usuarios, reconocimiento de los problemas acústicos del caso en estudio y manejo de herramientas e instrumentos de medición del impacto acústico e instancias de concienciación.



**Figura 2.** Exposiciones presenciales



**Figura 3.** Conferencias a través de un Aula virtual

En este proceso de enseñanza-aprendizaje se trabaja también con la modalidad de taller como propuesta de encuentro entre teoría y práctica a través del “aprender-haciendo” y el encuentro entre grupos para el análisis crítico y la generación de propuestas superadoras; intercambio que permite la retroalimentación de saberes.

La estructura didáctica de las clases presenta el siguiente orden: 1) PRESENTACIÓN de la propuesta de la Electiva. Justificación, Objetivos, Contenidos, Sistema y Régimen de Evaluación. Presentación de la metodología Investigación-Acción Participativa. Introducción a la Acústica Arquitectónica, 2) INTRODUCCIÓN mediante experimentos audio-perceptivos simples, con el fin de generar interés y despertar la curiosidad en el alumno acerca de la temática. Demostración del movimiento de las ondas sonoras, en un medio elástico con la utilización de un diapasón. 3) CONTAMINACIÓN SONORA. Concepto de ruido y contaminación sonora, presentación de mapas de ruido. Videos explicativos sobre los temas expuestos. 4) CONTAMINACIÓN SONORA Y LOS EFECTOS EN LA SALUD. Concepto, recomendaciones de Organismos Internacionales. Efectos del ruido en las personas. 5) NORMATIVAS. Reglamentaciones vinculadas a la temática en un marco provincial, nacional e internacional. Ley de higiene y seguridad. 6) VIDEOCONFERENCIA. Medición de niveles sonoros, utilización de instrumental. 7) REDUCCIÓN ACÚSTICA. AISLACIÓN ACÚSTICA. Concepto. Reducción por distancia y por pantalla. Estudio de la envolvente, aislación. ABSORCIÓN ACÚSTICA. Tratamiento interno, refuerzo del sonido. 8) VIBRACIONES Y RUIDOS DE IMPACTO. Concepto, ejemplos de soluciones constructivas. 9) LABORATORIOS ACÚSTICOS. Introducción al conocimiento de los laboratorios instalados en el país. Sus instalaciones, equipamiento, actividades.

Otra de las actividades realizadas son los Seminarios internos, encuentros de intercambio, formación y actualización entre el equipo docente de la Electiva y sus colaboradores. Esta herramienta permite desarrollar el estudio profundo sobre determinados temas, socializar la investigación y difundir el conocimiento de los temas. El aprendizaje en un seminario es activo, ya que los participantes deben buscar y elaborar la información en el marco de una colaboración recíproca entre sí y a partir de la interacción con el/los especialistas en el tema.



**Figura 4.** Seminarios internos.

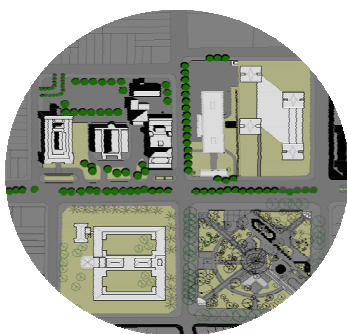
#### **4 Resultados alcanzados**

Los grupos de trabajo conformados por los alumnos de la Electiva analizaron casos reales, todos ubicados en San Miguel de Tucumán, destinados a diferentes actividades, entre ellas, bar, heladería, salón de baile y aulas de enseñanza musical. La metodología de trabajo comprendió: a) una descripción de la situación, identificación y evaluación del problema acústico, y b) la elaboración de una propuesta conducente a solucionar total o parcialmente el problema. Es decir que, en cada uno de los casos considerados, se plantearon alternativas que contemplan el abordaje y estudio del problema hasta la generación de soluciones probables para su mejoramiento y la selección de la propuesta superadora.

##### **A) ANÁLISIS DE CASOS Y PROPUESTAS PARA SU MEJORAMIENTO**

##### **1 - ESCUELA DE EDUCACIÓN ARTÍSTICA DE LA PROVINCIA (ESEA).**

Se trata de un edificio educativo que se ubica en el casco céntrico comprendido por las cuatro avenidas, lo que la expone a un flujo intenso de tránsito vehicular. Está conformada por dos niveles en donde se desarrollan las diferentes actividades de enseñanza artística. Análisis de un Aula de enseñanza de flauta transversa. El aula no presenta ningún tipo de tratamiento acústico.



**Figura 5.** ESEA - Planta

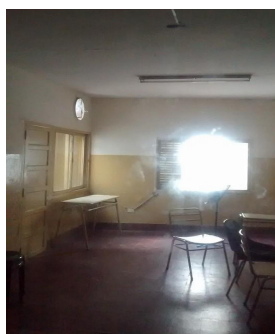


**Figura 6.** ESEA – Frente

Identificación del problema: Ruido urbano exterior, circulación vehicular (mayores a 70 dB). Ruido proveniente del local adyacente. Circulación de personas en pasillos y escaleras (65 dB). Ruidos generados en el local: ventiladores, instrumentos, mobiliario. Elevado TR60



Planteo de solución: Se plantean soluciones constructivas de modificación de la envolvente para mejorar la aislación respecto de los ruidos provenientes del entorno al aula y respecto del interior se proponen paneles fono-absorbentes cubriendo la superficie necesaria según cálculo para alcanzar valores admisibles de Tiempo de Reverberación para ésta función (TR60med para música de cámara: 1,3 s - 1,7 s).



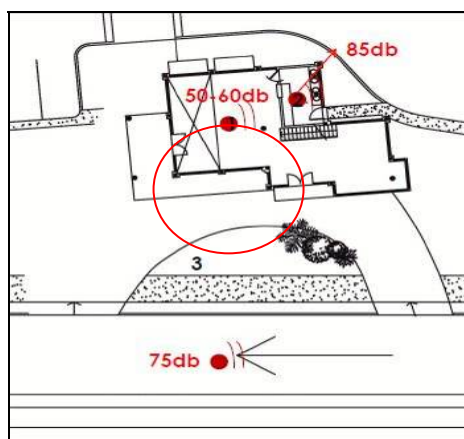
**Figura 7.** Situación actual - Interior Aula



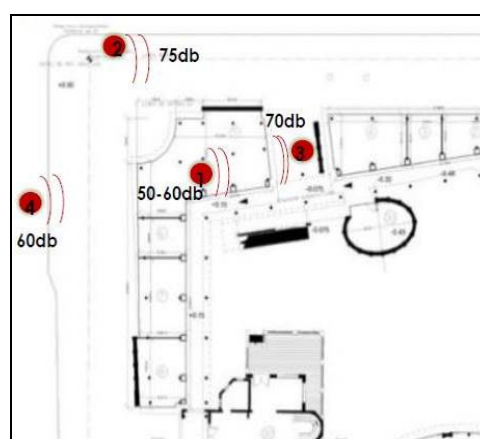
**Figura 8.** Propuesta de mejora del Interior Aula 2

## 2 – BAR - HELADERIA

Este local se encuentra ubicado dentro del centro comercial sobre la Av. Aconquija al 1300, en el municipio de Yerba Buena – Tucumán. Se caracteriza por ser un bar de permanencia y su envolvente presenta grandes superficies vidriadas priorizando las visuales que permite su emplazamiento.



**Figura 9.** Ubicación

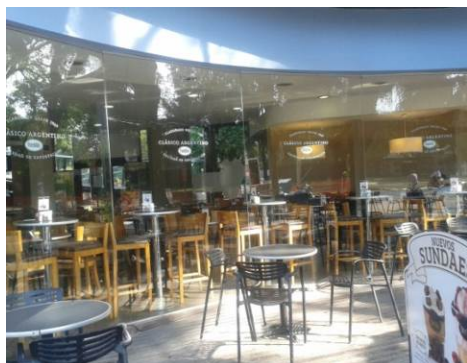


**Figura 10.** Niveles Sonoros

Identificación del problema: Elevado ruido de tránsito debido a su ubicación respecto de la avenida Aconquija. Locales contiguos con elevados niveles sonoros. Proximidad entre las mesas del local. Sector de cocina y cafetería cercanas al salón de mesas. Presencia de gran superficie vidriada.

Planteo de solución: Tratamiento con materiales aislantes en la envolvente. Vidrios laminados. Tratamiento interno del local, cambiando el material del equipamiento (sillas) por

otros con mayor coeficiente de absorción. Ubicación de paneles fonoabsorbentes en el cielorraso para mejorar la absorción.



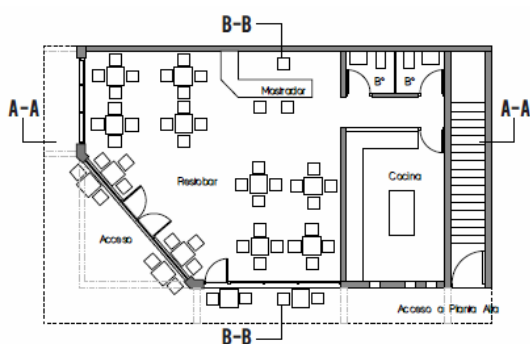
**Figura 11.** Vistas del interior del local



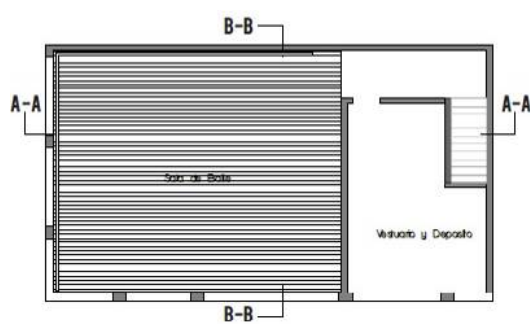
**Figura 12.** Propuesta de mejorada

### 3 - SALON DE BAILE - BAR

Se trata de un edificio comercial de dos plantas en esquina, cada una de ellas con funciones diferentes. La Planta Baja alberga un Restobar con frente a las calles San Juan y Virgen de la Merced y la planta Alta se ubica una Escuela de Baile, con aventanamiento a las dos calles mencionadas. Es una construcción tradicional, de estructura de hormigón armado y cerramientos exteriores de ladrillo común macizo con carpinterías metal y vidrio común.

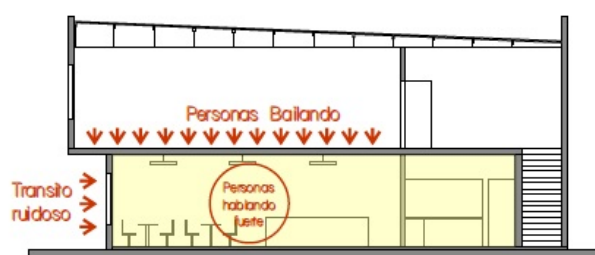


**Figura 13.** Planta Baja - Bar

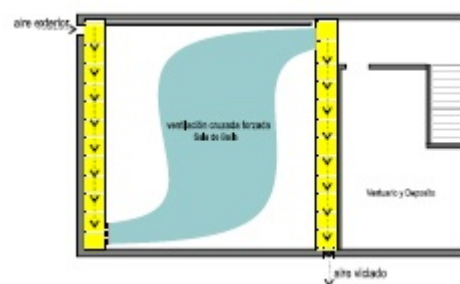


**Figura 14.** Planta Alta – Sala de Baile

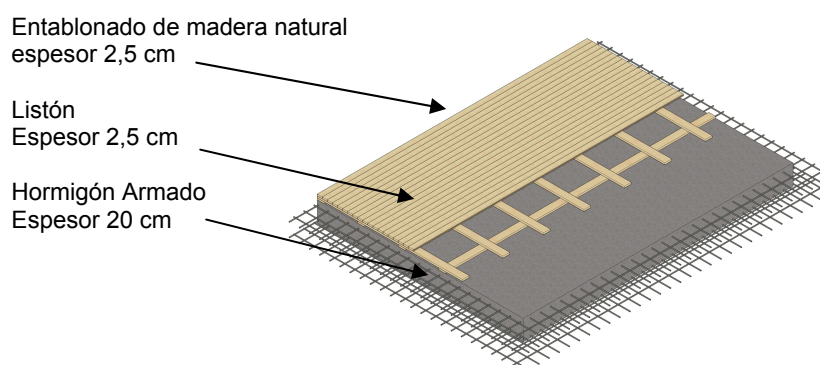
Identificación del problema. Alto nivel de ruido exterior proveniente del intenso tránsito vehicular (84 dB). Dificultad en el interior por la propia función que dificulta la conversación. Ruido de impacto que se transmite desde la sala de baile del nivel inmediato superior. Planteo de solución; Paneles fonoabsorbentes en cielorraso del bar para aumentar la absorción. Mejorar la aislación aumentando la masa de la envolvente con doble vidriado hermético. Propuesta de sistema de ventilación forzada en sala de baile que mejore las condiciones higrotérmicas del local.



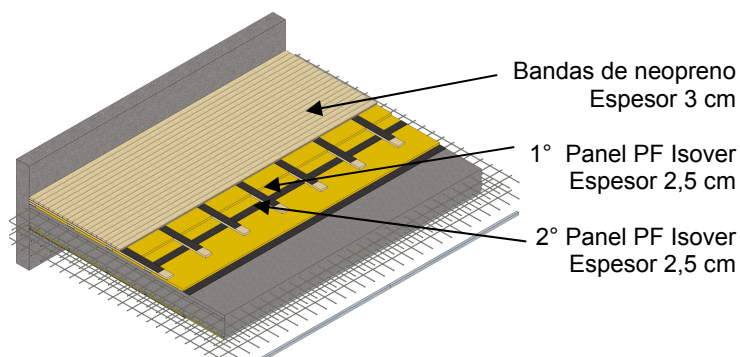
**Figura 15.** Detección de problemas



**Figura 16.** Propuesta de mejora higrotérmica-acústica



**Figura 17.** Solado existente



**Figura 18.** Propuesta. Impedir la transmisión de ruido de impacto

B). Diseño, coordinación y desarrollo del 1er. evento en Tucumán sobre el “Día Internacional de Concienciación sobre el Ruido”

En el marco de la semana mundial sobre la concientización sobre el ruido, el 29 de abril de 2015 se desarrolló el primer “Día de concienciación sobre el ruido” dentro del ámbito de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de Tucumán y con el aval de la Asociación de Acústicos Argentinos (AdAA).

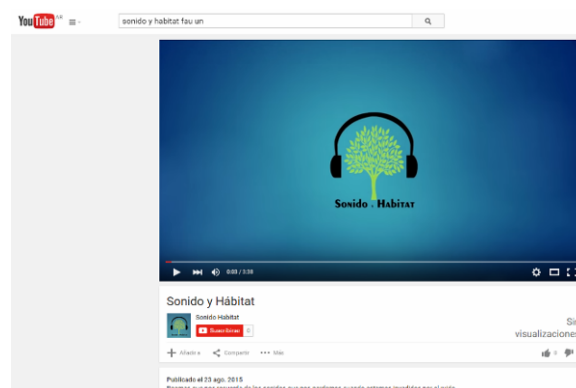
Durante el mismo se repartieron folletos en la vía pública lo cual demuestra una clara intención de involucrar a la sociedad en esta temática muy poco abordada, se realizaron exposiciones técnicas e informativas, se expusieron afiches sobre las temáticas de “Paisaje Sonoro”, “Contaminación Sonora” y “Acústica Arquitectónica”, se exhibieron videos sobre



los paisajes urbanos detectados y analizados con sus respectivas instancias de mediciones y en las inmediaciones de la Facultad se presento un video institucional invitando al público que se acerque a la muestra. El mismo se puede ver en <https://youtu.be/4FvfFQsBzOk>.



**Figura 19.** Afiches expuestos en el Hall FAU UNT



**Figura 20.** Captura Pantalla youtube.com

En la figura 21 se muestra la captura de pantallas de un video sobre la problemática de paisaje urbano según las tareas que se desarrollaron y fueron descriptas anteriormente. El video puede verse en <https://youtu.be/KTSb9jlrYzU>



**Figura 21.** Captura Pantalla youtube.com

También un video sobre los sonidos que pueden apreciarse una vez que el ruido se disminuye. El mismo puede verse en <https://www.youtube.com/upload>

Acompañando tal muestra una alumna hizo una interpretación en flauta travesa de la canción “Colores en el Viento” de la película “Pocahontas” de Disney.



**Figura 22.** Alumna interpretando “Sounds of the wind”



**Figura 23.** Concientización y reparto de material informativo

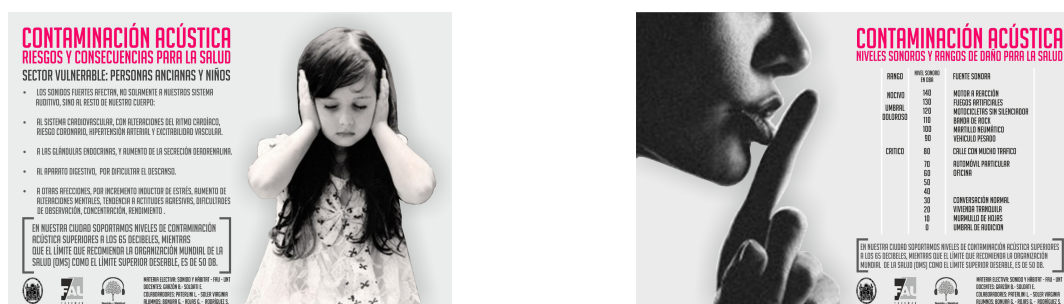
## 5 Transferencia y difusión

La contaminación ambiental, particularmente la contaminación acústica, representa una problemática actual, con gran impacto en los centros urbanos. Organismos Internacionales como la Organización Mundial de la Salud (OMS) afirma que el 76 % de la población que vive en los grandes centros urbanos, sufre de un impacto acústico muy superior al recomendable, y esto se refleja en su calidad de vida.

Sus efectos se manifiestan no solamente en nuestro sistema auditivo sino que también provocan afecciones y alteraciones en el organismo en general.

Por esta razón, es necesario crear conciencia de la problemática y así producir un cambio de hábitos de comportamiento tendientes a disminuir en menor o mayor medida la contaminación acústica en su medio ambiente; y como segunda medida, concienciar en el cumplimiento de las normativas vigentes y analizar áreas de vacancia de las normativas al respecto.

En este sentido, se organizaron actividades de difusión y se confeccionó material para las tareas de concienciación y transferencia en el ámbito de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo y del Campus Universitario Herrera de la Universidad Nacional de Tucumán.



**Figura 24.** Folletos de difusión y concienciación

A partir del “Día del sonido” y la difusión de la problemática de la contaminación acústica, diversos medios de la provincia se hicieron eco y realizaron publicaciones pertinentes. Tales medios hicieron mella en la innovadora propuesta, además de agregar en las publicaciones algunos de los datos que se fueron obteniendo de la investigación del Paisaje Sonoro de Tucumán.



**Figura 25.** Captura de pantalla WEB “Sidera Visus” – Medio de difusión actividad académica

## 6 Conclusiones

El abordar casos reales del medio permite al alumno conocer la problemática del medio que lo rodea. Es así que se estudiaron espacios destinados a diversas funciones –bar, heladería, salón de baile, aulas de enseñanza música-. En cada situación, se realiza el relevamiento de los recintos y su entorno inmediato y una evaluación subjetiva con entrevistas a usuario. De esta forma, se pudo detectar la problemática acústica en cada una de las situaciones particulares y, en consecuencia, plantear las soluciones más adecuadas para su adecuación.

Por otro lado y por lo tanto, la lucha contra el ruido precisa de la concienciación y colaboración de cada uno de nosotros y por ello con las acciones desarrolladas al respecto se ha emprendido un camino para “sumar y sumarse al cambio”.

Los análisis realizados y las propuestas alcanzadas permitieron enunciar las siguientes consideraciones:

a) Los recintos destinados a bar presentan problemas significativos en cuanto a la reverberación debido a la falta de tratamiento interno adecuado, lo que dificulta la conversación entre sus usuarios.

b) El espacio destinado a baile plantea la problemática de la transmisión de ruido por impacto y de ruidos aéreos hacia el exterior.

c) El aula de enseñanza de música precisa de un tratamiento interior para mantener niveles de TR adecuados a la función y de aislamiento adecuado, que el local en estudio no presenta.

d) Los alumnos analizaron y plantearon alternativas de soluciones a cada una de estas problemáticas acústicas.

e) Ante la buena recepción del público, y la necesidad de difundir la problemática de la contaminación ambiental, más específicamente la sonora, se considera de gran importancia la creación de espacios de formación, discusión y reflexión respecto de la temática. Con gran entusiasmo se plantea la idea de continuar anualmente, enmarcados en la semana del sonido mundial, con el día del sonido, esperando ampliar paulatinamente su alcance.

## Referencias

- Baschuk, B; Dimarco, S.: "Manual de acústica para Arquitectos". Buenos Aires: Espacio Editora.
- Burk, W. "Manual de medidas de acústica para el control de ruidos". Barcelona: Blume.
- Gonzalo, G. E. "Control del Diseño y de la Construcción del Nuevo Anfiteatro del Instituto Superior de Música de la Universidad Nacional de Tucumán". Tucumán, 2010.
- Gonzalo, G. "Inteligibilidad y aprendizaje: Influencia de la Acústica de las Salas de Clase. 3as. Jornadas de Escuelas Experimentales". Tucumán, 2006.
- Iasi, F.; Vechiatti, N. y otros. "Measurement and prediction of urban noise spectrum at different heights and distances of the sound source". Cancún, 2010.
- Josse, R. "La acústica en la construcción, Barcelona": Ed. Gilli.
- Negrete, Jorge. "Acondicionamiento acústico en arquitectura"; FAU, UNT; 1991.
- Negrete, Jorge. "Inteligibilidad, medición confección de test". FAU, UNT.
- Plan de estudios de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Nacional de Tucumán (FAU-UNT). 2008.
- OMS (2011). "Objetivos de Desarrollo del Milenio"
- Vechiatti, N.; Iasi, F.; Muzzio, D. "Medición y estimación del aislamiento acústico en edificios". VI Congreso Iberoamericano de Acústica FIA 2008, Buenos Aires, 2008.
- Vechiatti, N. "The Dish on Drama Theaters, Absorción sonora en Teatro Colón de Buenos Aires".