

EVALUACIÓN ACÚSTICA OBJETIVA Y SUBJETIVA DE AULAS EN EL GRAN SAN MIGUEL DE TUCUMÁN

PACS: 43.55.Gx

Paterlini, Leonardo; Garzón, Beatriz
FAU-SCAIT, UNT – CONICET
Avenida Las Américas 320
San Miguel de Tucumán,
Tel: +5438 156 752
E-mal: paterlinileonardo@gmail.com

Palabras Clave: Acústica Escolar, Evaluación Acústica de Aulas, Concienciación

ABSTRACT

This paper aims to get an approach to the acoustic problems in Tucumán schools in Argentina. It seeks to identify which are the classroom sound problems that prevent the normal development of teaching and learning process. "Participatory action research" and post-occupational evaluation of these spaces has been used.

External (urban) and interior (classrooms) noises were found. Also, high reverberation times were detected. All these factors hamper educational activities.

We concluded the cause of the acoustic discomfort in classrooms is due to the use of materials with poor isolation and absorption properties. Also, it is necessary to have a legislation that regulates the design, construction and ensure the awareness generation programs in schools and society.

RESUMEN

Este trabajo pretende producir un acercamiento al problema acústico en escuelas de Tucumán, Argentina. Se busca identificar cuáles son los problemas sonoros dentro de espacios áulicos que afectan el confort acústico de sus usuarios e impiden el normal desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje. Se ha utilizado la "Investigación acción participativa" y la evaluación post ocupacional de dichos espacios. Se utilizaron herramientas como la observación directa, encuestas, entrevistas a alumnos y docentes y el diagnóstico participativo. Se determinó en las aulas la existencia de ruidos externos urbanos e internos de espacios contiguos. También altos tiempos de reverberación que dificultan las actividades educativas.

Se concluye que la causa de éste discomfort acústico en aulas se debe al empleo de materiales que no son apropiados para la aislación y la absorción acústica, respectivamente. También, es necesario contar con una legislación que regule el diseño, construcción y asegure la generación de programas de concienciación en espacios escolares y en la sociedad.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene como propósito estudiar la problemática acústica actual de los espacios educacionales, con la mirada puesta en el futuro, intentando poner de relieve su situación para una futura búsqueda de soluciones desde lo normativo, arquitectónico e inclusive a otras que se enmarcan en el campo de lo tecnológico.

Es extensa la literatura internacional en la que se estudia el problema acústico dentro de los edificios educacionales así como también son extensos los antecedentes nacionales que demuestran que los espacios áulicos no son apropiados acústicamente y esto deviene en problemas en el proceso enseñanza/aprendizaje.

En Argentina, la adecuación acústica de espacios donde se desarrollan tareas educacionales es nulo o deficiente. La intervención profesional en estos aspectos tiene carácter superfluo y la situación normativa vigente es escasa.

El crecimiento desmedido del Gran San Miguel de Tucumán, la mixtura de funciones diferentes, poco amigables entre sí (fabril/residencial en áreas cercanas a los ingenios azucareros), sumado a la falta de control por parte de los entes reguladores, hace que la ciudad, sea un polo de contaminación en varios sentidos.

Son estudiados en nuestro País los casos en los que los ruidos urbanos generan un déficit y bajo rendimiento de los alumnos. La relación es directa entre la dificultad en el proceso de enseñanza/aprendizaje y el ruido urbano, cuando interrumpe las clases. Como menciona Miyara, es de conocimiento en la materia, que el rendimiento de los alumnos en aulas que están en relación directa con la calle, reduce notablemente respecto de aquellos en aulas interiores de los recintos (Miyara, 2013). La presente investigación se enfoca en edificios educativos dentro del radio urbano de la ciudad de San Miguel de Tucumán, porque se entiende que los centros de educación urbanos son los mayormente afectados por los ruidos de la ciudad; los mismos serán tomados como tipos y la metodología de evaluación podría servir a cualquier otro edificio de similares características pero en otras regiones urbanas.

Primordial es mejorar la calidad de los espacios educativos como búsqueda de la excelencia en el proceso enseñanza/aprendizaje. Teniendo en cuenta el ciclo básico y el secundario, los niños pasan aproximadamente unas 20.000 horas en las escuelas. Los edificios educativos en Argentina, no tienen en cuenta aspectos de aislación y absorción acústica. Por el contrario, los espacios de educación deberían tener mejores condiciones de habitabilidad, generando un entorno saludable, óptimo para el proceso de aprendizaje enseñanza.

Así como se mencionó la necesidad de mejorar los espacios educativos; también es importante mencionar numerosos planes sobre la aplicación de programas de desarrollo e incentivo para la mejora de escuelas y construcción de otras. Como dice Pasch, al respecto del manual para la construcción de "700 escuelas" publicado por el Ministerio de Educación de la República Argentina: *... "no se fija ninguna pauta específica sobre las condiciones acústicas a cumplir"* (Pasch, 2012). Debemos decir entonces que existe un vacío al respecto de las pautas a tomar en cuenta para la construcción y diseño de espacios áulicos con apropiadas propiedades acústicas.

Existen también, publicaciones internacionales de público acceso donde se menciona la necesidad de disponer de normativas que condicionen la construcción de espacios educativos a fin de lograr niveles acústicos confortables dentro de los mismos. Ejemplo de esto es el Building Bulletin 93, además de sus publicaciones posteriores. Sus primeras líneas se deja ver el objetivo principal: *"El Building Bulletin tiene por objetivos: proporcionar un marco regulatorio para el diseño acústico de escuela..."*. Tomando como base lo expresado, el presente plan tiene como fin realizar recomendaciones que nos acerquen a una normativa nacional.

OBJETIVOS

Evaluar objetivamente, según las NORMAS IRAM 4109 1-2, la situación acústica de confort acústico dentro de los espacios áulicos de 2 escuelas en S. M. de Tucumán.

Evaluar subjetivamente, mediante encuestas la situación acústica a la que se encuentran sometidas la población estudiantil y de docentes en esas escuelas.

Generar conciencia en la población de estudiantes y profesores sobre la importancia de la higiene acústica y los problemas aparejados con la misma.

METODOLOGÍA

Para la evaluación objetiva se decidió evaluar los tiempos de reverberación (TR) de cada aula se utilizó lo que nos indica la NORMA IRAM 4109 en su 1ra y 2da parte – “Medición de parámetros acústicos en recintos normales”. Para las mismas se realizaron mediciones de control que, como indica la norma son 2 posiciones para la fuente acústica y 3 para el receptor. Se utilizó el método por respuesta impulsiva, generando el impulso acústico con globos inflados hasta su máximo tamaño, y haciéndolos explotar con un alfiler logrando en cada medición un nivel de más de 60dB por encima del ruido de fondo para así poder dar validez a las mediciones. El estudio realizado a las mediciones fue realizado en banda de octavas como indica la Norma para mediciones de control. Se utilizaron las NORMAS ANSI 12.60 como parámetro de comparación para las mediciones y lo que ellas establecen como máximo y mínimo de tiempos de reverberación en espacios áulicos. El equipamiento utilizado fue un micrófono de medición Behringer ECM8000 con una placa de sonido Line 6 UX2. El software de estudio elegido fue Audacity para Windows con un módulo de Aurora de Angelo Farina.

La evaluación de aislación y ruido de fondo se decidió utilizar un método subjetivo para el cual se diseñó una encuesta para alumnos y educadores. Al tener en las escuelas diferentes roles, estudiantes y educadores, se plantea que los mismos pueden tener diferentes perspectivas de lo que los diferentes ruidos significan. Las mismas se plantean como una instancia participativa de autodiagnóstico asistido.

Como instancia de concienciación, se planteó, en conjunto con las encuestas, hacer una breve introducción, a modo de “devolución” a docentes y alumnos, a la problemática del ruido en las aulas.

EVALUACIÓN OBJETIVA DE ESCUELAS

Como parte de este trabajo se estudiaron 2 escuelas de la ciudad de San Miguel de Tucumán. La primera, Escuela Belgrano de la Patria, se encuentra en el casco céntrico de la ciudad y asisten alumnos de pre escolar y primaria. La segunda, Escuela de Yerba Buena Justiniano Frías, se encuentra sobre una vía de mucha circulación que es “El Camino del Perú”.

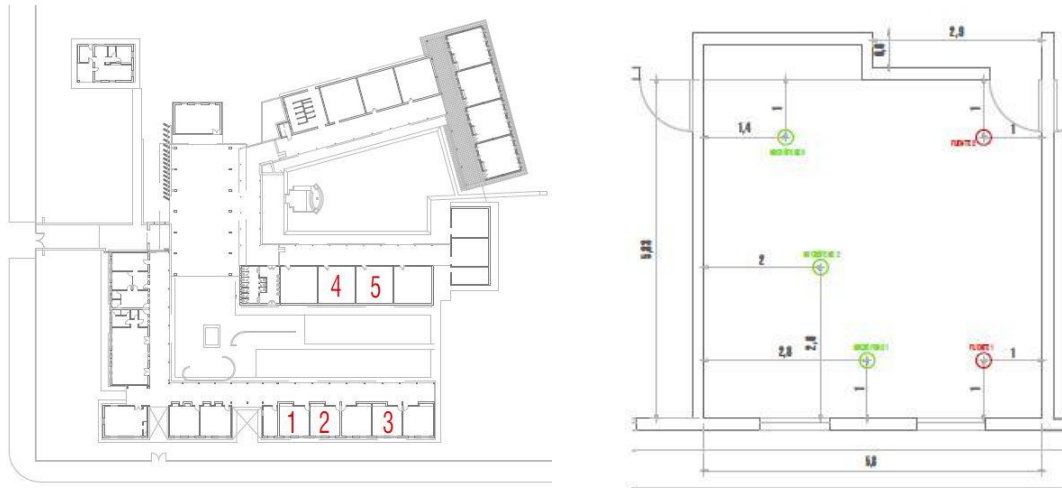


Mapa de Ubicación de las Escuelas en el Gran San Miguel de Tucumán

Evaluación acústica de la Escuela Justiniano Frías, Yerba Buena.

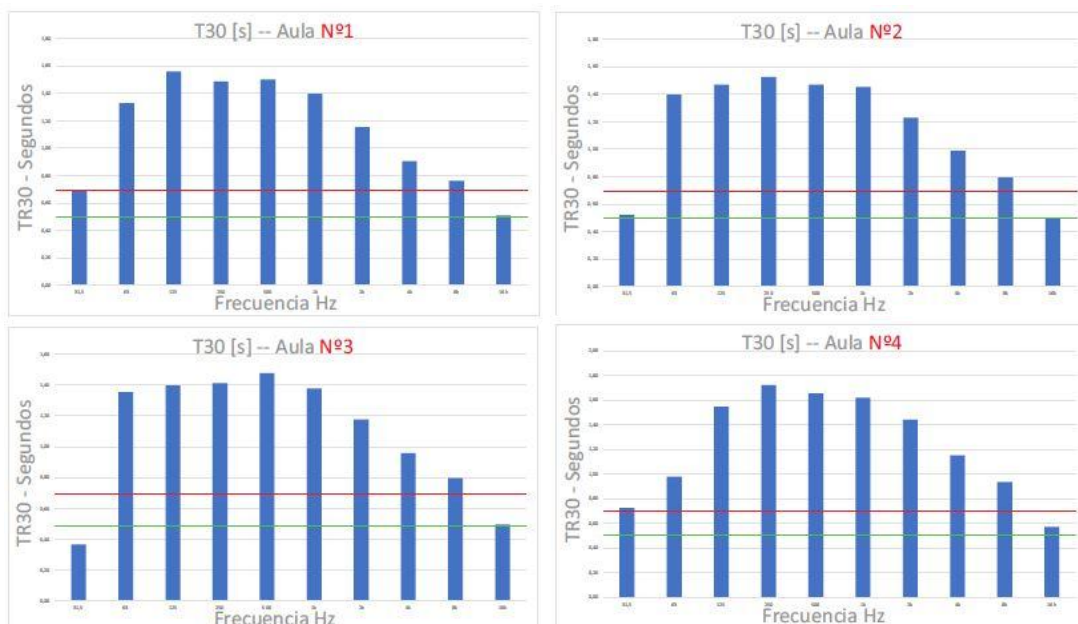
La siguiente imagen nos muestra la planimetría de la escuela. A la izquierda de la misma se encuentra la calle “Camino del Perú”, la cual tiene un tránsito importante en ambas direcciones. Sobre esa ala de la escuela se encuentran todas las dependencias administrativas de la misma. En la parte inferior de la imagen se encuentra la calle Ecuador. La misma tiene un tránsito vehicular escaso y es mucho más silenciosa que la anterior. Las mediciones se realizaron en las 5 aulas que están numeradas en la imagen. El estado del edificio desde el exterior es muy bueno, habiéndose realizado refacciones no hace mucho tiempo. En el interior, la situación del mismo es diferente. En muchas aulas las puertas y ventanas están rotas o funcionan inapropiadamente. En las aulas propiamente dichas, los enlucidos en muchos casos están caídos lo cual afectará la aislación en las mismas.

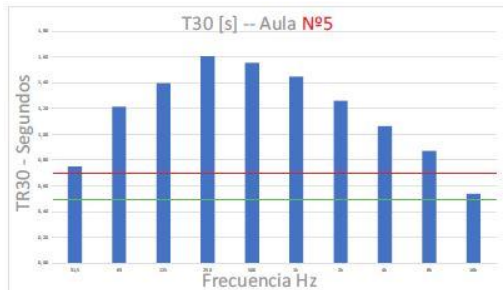
Se observa que la envolvente interior de las aulas no cuenta con algún tratamiento acústico y las ventanas se encuentran sin cortina. El solado es un granito color gris pulido.



Planimetría de la Escuela Justiniano Frías

De las mediciones de TR_{30} se obtuvieron las siguientes tablas que nos grafican la situación acústica de las aulas analizadas por banda de octavas.





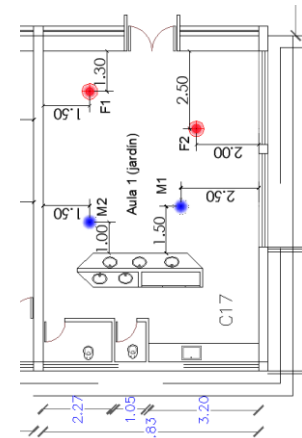
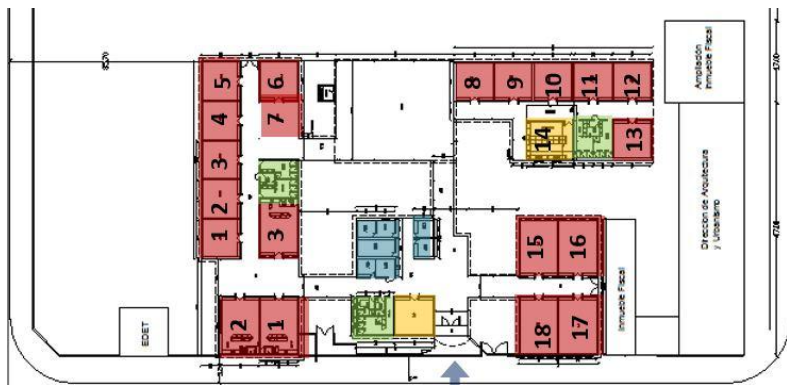
Tablas de TR₃₀ e imagen de la escuela Justiniano Frías.

En los gráficos presentados, se puede apreciar en verde y rojo los niveles mínimos y máximos de TR que establece la norma ANSI 12.60 para espacios áulicos. Se observa claramente que los tiempos de reverberación en casi están muy por encima de los niveles recomendados por normas internacionales. Se ve que existe un problema, acentuado además en la banda de frecuencias que van desde los 500 Hz a los 4000 Hz, que son la banda de frecuencias donde se ubica la palabra hablada.

En los gráficos presentados, se puede apreciar en verde y rojo los niveles mínimos y máximos de TR que establece la norma ANSI 12.60 para espacios áulicos. Se observa claramente que los tiempos de reverberación en casi están muy por encima de los niveles recomendados por normas internacionales. Se ve que existe un problema, acentuado además en la banda de frecuencias que van desde los 500 Hz a los 4000 Hz, que son la banda de frecuencias donde se ubica la palabra hablada.

Evaluación acústica de la Escuela Manuel Belgrano.

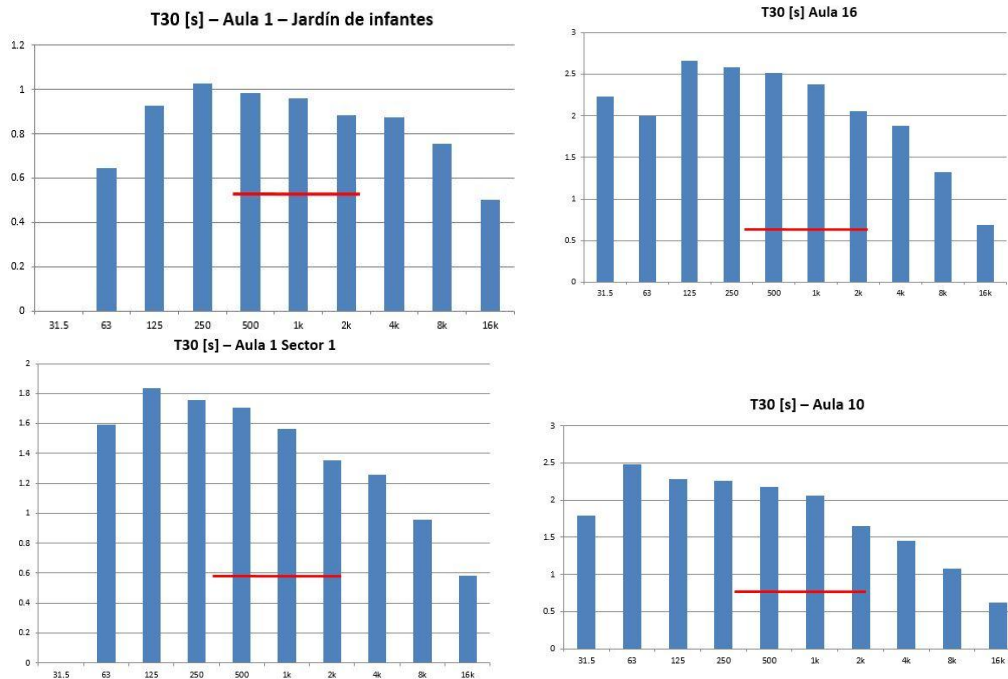
A continuación, la planimetría de la Escuela. La misma por 3 de sus lados se encuentra circundada por calles de circulación vehicular media/alta. También, sobre esos 3 lados se puede encontrar aulas. Las laterales, tienen la ventaja de encontrarse más alejadas de las calles. En el caso de esta escuela, las mediciones pudieron realizarse en todas las aulas. La situación edilicia es bastante buena, contando en el exterior con unos muros de cerramiento bajos, y la situación interior de la escuela es buena también. Las aulas se encuentran en buen estado tanto su arquitectura como sus carpinterías y terminaciones. No se ve que las aulas cuenten con algún tipo de tratamiento acústico y de simplemente la observación se perciben altos niveles de reverberación previo a las mediciones.



Planimetría de la escuela Manuel Belgrano

De las mediciones de TR_{30} , se obtuvieron las siguientes tablas que nos grafican la situación acústica de las aulas analizadas por banda de octavas.

En los gráficos, se aprecia una línea roja que indica el nivel de TR máximo recomendado para espacios áulicos según lo establece la Norma ANSI 12.60. Al igual que la anterior escuela, se observa que los niveles de TR están por encima de recomendaciones. A diferencia de la anterior escuela, en esta, el problema es casi constante en todos los octavos de banda, disminuyendo solamente hacia las frecuencias más altas. Se muestran solamente 5 mediciones que son quizá las representativas de las 20 aulas estudiadas. Se aclara que en todas ellas se midieron valores de TR por encima del recomendado.



Tablas de TR_{30} en las diferentes aulas de la escuela Manuel Belgrano

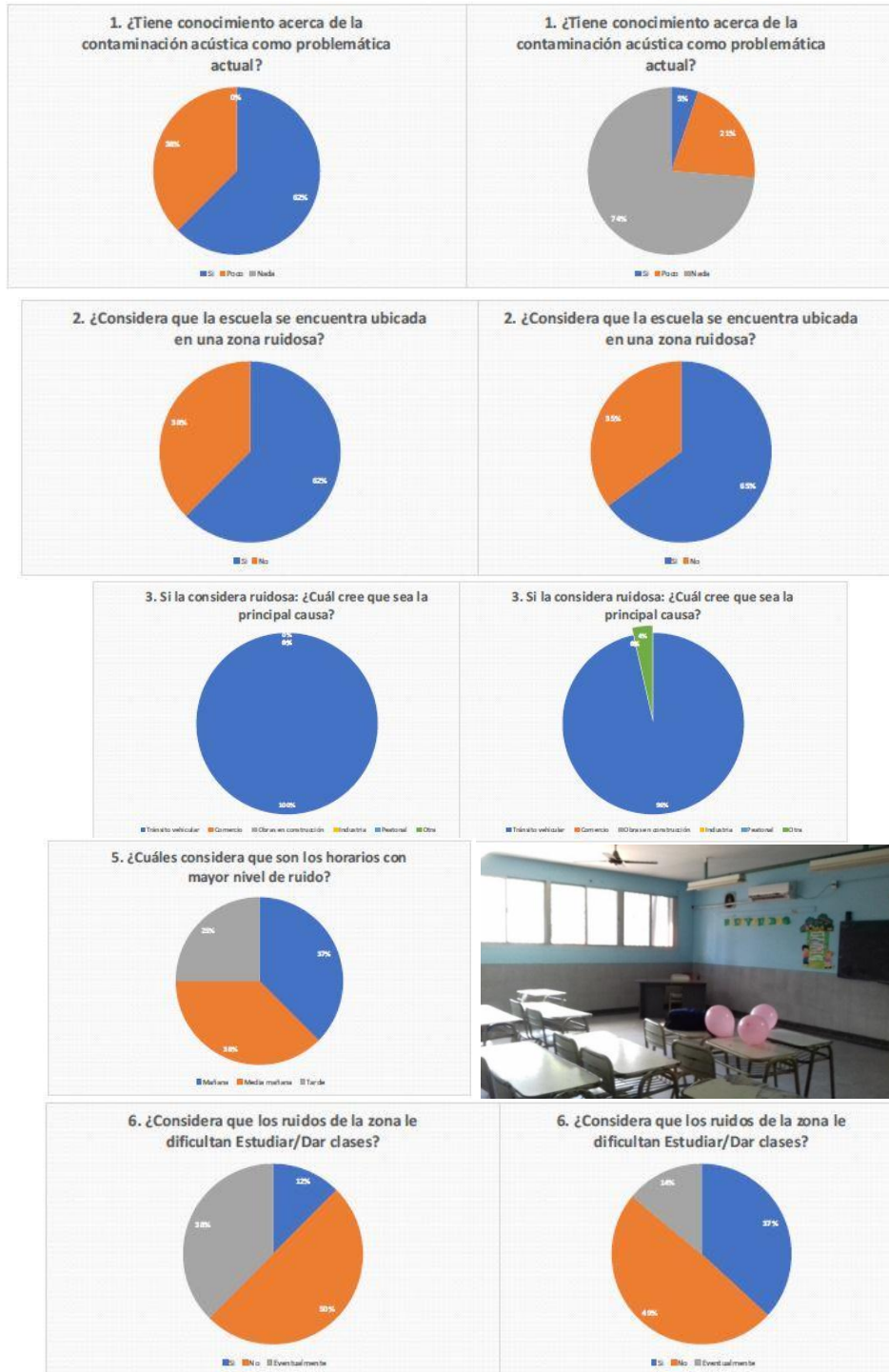
EVALUACIÓN SUBJETIVA DE LAS ESCUELAS

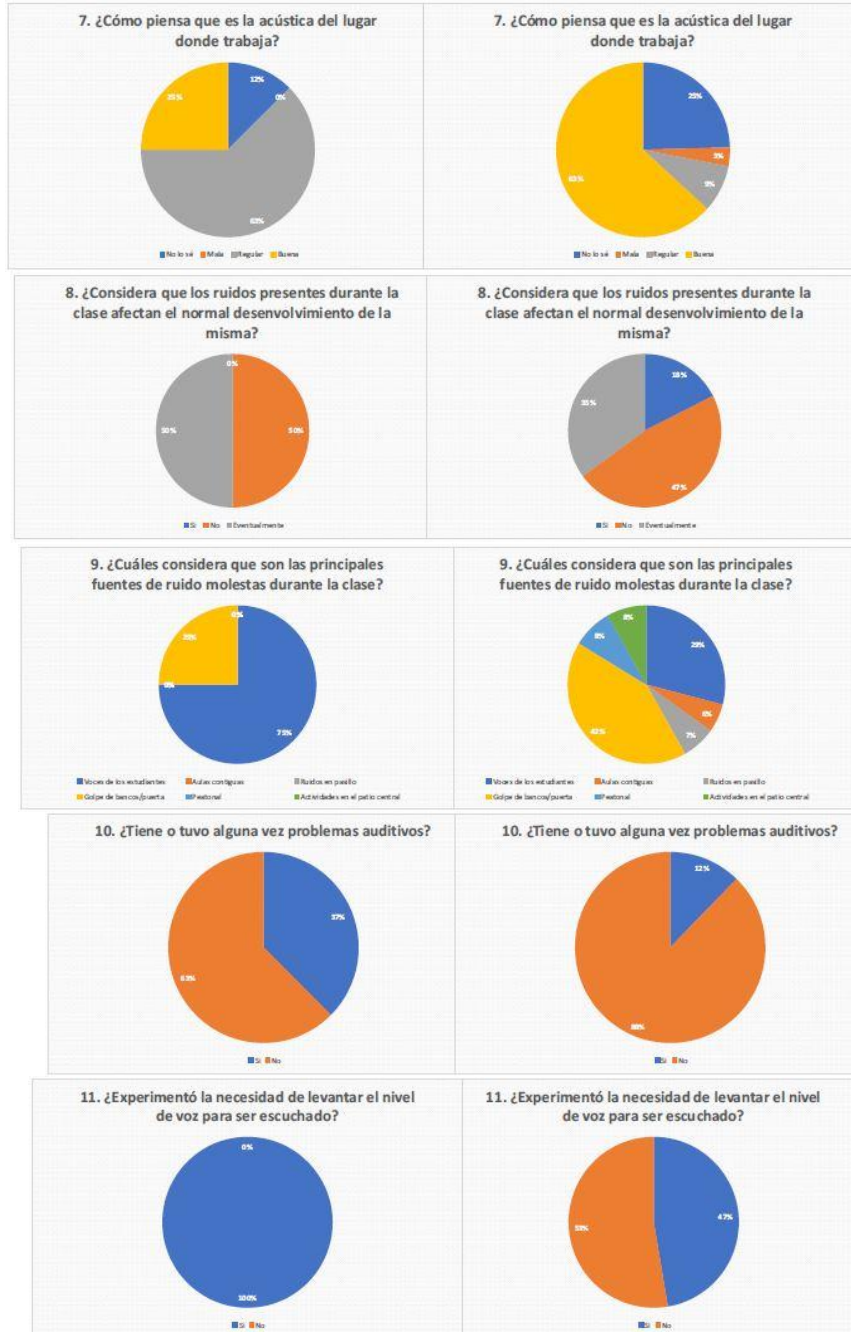
En una segunda parte de la evaluación de las escuelas, se realizaron encuestas dirigidas a los alumnos y otra a los docentes con el fin de, primero, conocer la situación acústica a la que cotidianamente se encuentran sometidos (ruidos, falta de inteligibilidad, enfermedades relacionadas con la deficiencia acústica), y segundo, el grado de conocimiento respecto de la problemática acústica y los daños que genera en las personas. Como corolario de esta segunda fue el brindar una charla de concienciación a los alumnos y profesores.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos de las encuestas realizadas a docentes y alumnos de la escuela Justiniano Frías de Yerba Buena. Se debe aclarar que previo a entregar las encuestas, los encuestadores realizaron una lectura de las mismas para tratar de disipar dudas que pudieran surgir de desconocimiento de la temática, conceptos o cualquier otro tipo. Los encuestadores dieron una breve charla sobre lo que significaba realizar la encuesta y cuáles eran los objetivos de la misma. Se realizó a la población de alumnos entre y 13 años, además de sus profesores. La intención de realizar a alumnos y docentes es poder evaluar comparativamente los resultados entre ambas poblaciones.

Maestras

Alumnos







CONCLUSIONES

Como resultados de las mediciones objetivas, resultó que en todas las aulas evaluadas existe un alto tiempo de reverberación, por encima del recomendado por las normas ANSI. A partir de la observación de las mismas, podemos decir que esto se debe a que la construcción en ambas escuelas no prevé cuestiones acústicas como la reverberación o la aislación. Los muros están tratados simplemente con revoques y pinturas, los cielorrasos son de yeso y los pisos cerámicos o de granito. Los tratamientos de aislación son pobres, tabiques simples, relativamente livianos, puestas no macizas de madera y con paños de vidrios simples, ventanas al exterior de vidrios simples y por la configuración del partido arquitectónico, muchas hacia calles de altos niveles de ruido. También, del relevamiento ocular podemos decir que, si bien no se realizaron por el momento estudios de ruido, a priori existen altos niveles de ruido en las aulas, provocados en gran medida por los ruidos de tránsito, pero en mayor medida por aulas vecinas entre sí.

Respecto de las encuestas, podemos decir que las mismas develaron sobretodo en alumnos un desconocimiento de la temática de la contaminación del ruido y los problemas que la misma genera. En general, las respuestas denotan un vago conocimiento y realizando un análisis comparativo entre las encuestas de los alumnos, las respuestas eran muy disímiles. A diferencia de las docentes que las respuestas fueron más precisas. Se prevé para futuras encuestas dos cosas a) realizar encuestas dirigidas a los alumnos con un grado de contenido menos complejo y b) realizar las transferencias de concienciación previa a realizar las encuestas.

Los docentes expresaron, en gran medida, que el ruido que más les molestaba era el propio de las aulas, propias y vecinas. En contraposición, los alumnos no encontraron esto un problema.

Lo se debe poner de relieve en estas encuestas, es que los educadores declaran haber tenido alguna enfermedad de la voz y el oído relacionada con su tarea educadora. También declaran cansancio y estrés posterior a las jornadas de trabajo.

El proceso de realizar encuestas, conversar con los entrevistados, previo y posteriormente a las mismas y explicar cuestiones relacionadas a la misma, provocó posterior a la encuesta un momento de reflexión, donde alumnos y profesores expresaron algunas de sus angustias y problemas que sufren en el cotidiano referido a la contaminación sonora. Se plantea a futuro realizar intervenciones de transferencia dirigidas a las escuelas para concienciar sobre el problema.

AGRADECIMIENTOS

A la comunidad educativa de las Escuelas Justiniano Frías y Manuel Belgrano de la Patria por su predisposición y permitir realizar las tareas de campo en las mismas.

BIBLIOGRAFÍA

Argentina. Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la Nación. Repensar las escuelas. 2007. p. 5.

Pasch, V.; Miyara, F.; Yanitelli, M.; Cabanellas, S.; Miechi, P.; Accolti, E.; Marengo Rodríguez, F. Acústica de Aulas. Arquitectura Investiga, 2012. p. 3.

Architects and Building Branch. Building Bulletin 93. Acoustic Design os Schools. London 2003. p. 3.

Segura J. M. "El problema de la educación". La Gaceta, San Miguel de Tucumán. Publicaciones web. <http://www.lagaceta.com.ar/nota/622382/opinion/problema-educacion.html>, 2015.

Longoni, H. C.; Ferreyra, S. P.; Cravero, G. A.; Flores, M. D.; Ramos, A. y Tommasini F. C. Evaluación objetiva del espectro del ruido de fondo en aulas universitarias. Asociación Argentina de Mecánica Computacional. Mecánica Computacional Vol XXXIII. 2014. p. 570.

Pasch, V.; Miyara, F.; Yanitelli, M.; Cabanellas, S.; Miechi, P.; Accolti, E.; Marengo Rodríguez, F. Acústica de Aulas. Arquitectura Investiga, 2012. p. 12

Departamento de Tecnologías Audiovisuales Sección de Acústica de la Escuela Universitaria La Salle. Estudio para mejorar la insonorización de Aulas. Barcelona, 2004.

Garzón, B.; Soldati, E.; Paterlini, L.; Soler Legname, V. "La electiva Sonido y Hábitat en la carrera de arquitecto". XIII Congreso de acústica. VII Jornadas de Acústica, Electroacústica y Áreas Vinculadas. CADAE 2015. Buenos Aires, 2015.

Garzón, B.; Paterlini, L.; Soldati, E.; Cerasuolo, N. "Puntos de ruido en San Miguel de Tucumán, investigación, evaluación y recomendaciones"; I Encuentro Nacional sobre Ciudad, Arquitectura y Construcción Sustentable – en la Expo ENCACS 2016 organizado por el Laboratorio de Arquitectura y Hábitat Sustentable de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad La Plata – Buenos Aires. 2015.

Paterlini, L.; Garzón, B.; Soldati, E.; Cerasuolo, N. EVALUATION AND COMPARISON OF ACOUSTIC INSULATION OF TRADITIONAL AND ALTERNATIVE MASONRY IN TUCUMAN