

Audición en los adolescentes: un programa multidisciplinario para su conservación y promoción

*Mario R. Serra, Ester C. Biassoni, Marta Pavlik, Jorge Pérez Villalobo, María Hinalaf, Mónica Abraham, Sofía Gauchat
Centro de Investigación y Transferencia en Acústica (CINTRA)
Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Córdoba
Unidad Asociada de CONICET - Argentina



Carlos Curet
Centro Otorrinolaringológico de Alta Tecnología (COAT) – Córdoba, Argentina
Silvia Joeques, María R. Yacci, Andrea Righetti
Instituto de Estadísticas y Demografía - Facultad de Ciencias Económicas
Universidad Nacional de Córdoba, Argentina
*Autor para correspondencia: Mario R. Serra. E-mail: reneserra@gmail.com

PACS: 43.64 W; 43.66 Yw ; 43.64 Jb

Resumen

Programa multidisciplinario implementado en el CINTRA para abordaje holístico de problemática social referida a hipoacusias tempranas, antes del ingreso laboral. El programa, dirigido a los adolescentes de Escuelas Técnicas de la Ciudad de Córdoba, Argentina, contempla tres áreas: *Investigación*, con aspectos audiológico, psicosocial, acústico, genético y estadístico, estableciendo relaciones entre ellos y analizando su evolución temporal; *Extensión*, con organización de actividades dirigidas a distintos estamentos de la sociedad y especialmente a los adolescentes; *Tecnología*, con desarrollos especiales para cumplimentar con normas en las mediciones. Se describen en forma general cada una de las áreas involucradas con los principales logros alcanzados, presentando los resultados más destacados correspondientes a la primera escuela donde se trabajó en el año 2006. Los adolescentes estudiados fueron clasificados en cuatro grupos según los resultados audiométricos, estableciendo relación con el resto de las pruebas audiológicas y con las variables psicosociales y acústicas analizadas.

Abstract

Multidisciplinary program implemented at CINTRA for a holistic approach of social problem related with early hypoacusis before starting in the labour world. The program, addressed to the adolescents of Technical Schools of Córdoba city (Argentina), includes three areas: *Research*, with au-

diological, psicosocial, acoustic, genetic and statistic aspects, for stablishing relationships and anlysing the temporal evolution; *Extension*, with organization of activities addressed to different social areas, specially to the adolescents; *Technology*, with special developments to fullfil the requirements of standards for the measurements. These areas are described in a general way, pointing out the outstanding achievements and showing the principal results from the first school where the program began at 2006. The studied adolescents were classified in four groups according to the audiometric results, establishing relationship with the rest of the audiological tests as well as with the psychosocial and acoustical variables.

1. Introducción

Dado el significativo incremento de las hipoacusias en niños, adolescentes y jóvenes, la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha lanzado una advertencia sobre las pérdidas de audición por la exposición excesiva al ruido, considerándola una de las “enfermedades irreversibles más frecuentes” especialmente entre los jóvenes, haciendo un llamado de atención sobre la necesidad de llevar a cabo acciones que permitan su diagnóstico temprano y su prevención.

El Instituto Británico de Investigaciones Audiológicas advierte que el número de personas con pérdida de la audición (hipoacusia) excederá los 700 millones en el año 2015 y que los jóvenes de hoy podrían perder la audición 30 años antes que las generaciones anteriores. A su vez, el estudio

“MarkTrak VII” publicado por el American Better Hearing Institute en julio de 2005 señala que en Suecia: “al menos 1,4 millones de niños y adolescentes, menores de 18 años, tienen alteraciones auditivas”. Los especialistas advierten que la causa de que la pérdida auditiva siga afectando a grupos cada vez más jóvenes se debe principalmente al aumento de los niveles de ruido en el entorno que nos rodea, tanto laboral como por la exposición voluntaria a ruidos excesivos.

En Argentina, algunas estadísticas que se conocen expresan que:

- * En 1992, en el Servicio de Otorrinolaringología (ORL) del Hospital de Niños de Buenos Aires se atendieron 3.700 niños con problemas de pérdidas auditivas, donde el 30% eran casos irreversibles.
- * En 1993 se duplicaron las consultas de ORL por parte de la población adolescente y joven a causa de pérdidas auditivas.
- * En el ambiente laboral es cada vez mayor el porcentaje de jóvenes rechazados en el examen pre-ocupacional por problemas de audición sin tener antecedentes clínicos que los justifiquen, habiéndose constituido en un problema social sin que se le preste la debida atención. Como ejemplo, dos casos puntuales en la ciudad de Córdoba: 1) al instalarse una nueva fábrica FIAT en el año 1999, en una población de 5000 aspirantes, alrededor del 10 %, con edades entre 20 a 25 años, fueron rechazados por pérdidas auditivas; 2) de los 1700 aspirantes a la Escuela de Policía de la Provincia de Córdoba del año 2003, el 21 % con edades entre los 17 y 21 años y el 52 % entre 21 y 25 años fueron rechazados por hipoacusias del tipo inducidas por ruido. Este porcentaje aumenta significativamente año tras año.

Los adolescentes y jóvenes se exponen frecuentemente a “ruido no ocupacional” durante sus actividades recreativas [1–6], siendo la característica común de todas ellas su “peligrosidad” para la función auditiva, dado que los niveles sonoros de exposición superan, en la mayoría de los casos, los 100 dBA. Hasta el momento, sólo existe reglamentación para la exposición a ruidos de origen laboral —ruido ocupacional— que protege al trabajador y a su salud auditiva, estableciendo un límite de 85 dBA de nivel sonoro continuo equivalente (Leq) para 8 hs de exposición diaria. Fuera de las horas laborales no existe al presente ninguna reglamentación, a pesar de la alta carga de “inmisión sonora” a que están expuestos, en su mayoría adolescentes y jóvenes. Ello exige riguroso estudio con miras a implementar las medidas necesarias que permitan proteger la salud auditiva de los futuros aspirantes a puestos de trabajo, al mismo tiempo que preservar su calidad de vida.

En el CINTRA, desde hace varios años estamos investigando sobre el tema. Los resultados que obtuvimos en una

primera etapa de trabajo [7-11] han fundamentado la planificación del Programa Multidisciplinario que hemos implementado en la actualidad [12] a los fines de abordar holísticamente la problemática, permitiendo la detección temprana de trastornos auditivos en los adolescentes, a la vez que desarrollar procedimientos y acciones destinadas a la prevención y promoción de la audición en ese grupo etario. El Programa involucra distintas áreas, las que se describen a continuación con los principales logros alcanzados al momento.

2. Descripción del Programa

2.1 Área de Investigación

En esta área se incluye el estudio de los aspectos audiológico, psicosocial, acústico, genético y estadístico, estableciendo relaciones entre ellos y analizando su evolución a través del tiempo. Los objetivos propuestos son los siguientes:

- 1- detectar trastornos auditivos en la etapa adolescente y su relación con variables psicosociales y acústicas, realizando seguimiento de las variables estudiadas y estableciendo interrelaciones entre las mismas;
- 2- analizar la posible relación entre mayor susceptibilidad (labilidad) auditiva y factores genéticos;
- 3- brindar devolución de los resultados con asesoramiento personalizado;
- 4- derivar para estudios especiales en los casos que así lo requieran;
- 5- validar nuevas técnicas de medición en: Audiología, para actuar como predictoras tempranas de hipoacusias inducidas por ruido; en Psicología, para analizar en profundidad la intervención de variables psicosociales en calidad de moduladoras; en Acústica, para determinar los niveles de inmisión sonora en los lugares de esparcimiento;
- 6- desarrollar estrategias de intervención educativas para la concientización sobre el ruido y sus consecuencias y promover el cuidado de la función auditiva en los adolescentes.

A los fines de cumplir con los objetivos propuestos se ha constituido una red de trabajo entre los siguientes Centros:

- Centro de Investigación y Transferencia en Acústica (CINTRA) de la Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Córdoba, Unidad Asociada de CONICET
- Centro Otorrinolaringológico de Alta Tecnología (COAT), Centro Formador de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad Nacional de Córdoba

- Centro Piloto de Detección de Errores Metabólicos (CEPI-DEM) de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad Nacional de Córdoba
- Instituto de Estadísticas y Demografía (IED) de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Nacional de Córdoba

Se cuenta con la aprobación del Ministerio de Educación de la Provincia de Córdoba para llevar a cabo el Programa en las Escuelas Técnicas. Los alumnos de esas Escuelas egresan con un título en la especialidad técnica elegida que los habilita para aspirar a puestos de trabajo en fábricas y talleres.

El estudio comienza con los alumnos que asisten al Tercer Año del Ciclo Secundario, con edades entre 14/15 años, quienes son re-testeados al cursar el último año del Ciclo, con edades entre 17/18 años, a los fines de realizar un seguimiento de la función auditiva y de sus hábitos recreativos durante el período adolescente. Los estudiantes en los que se detecta problema auditivo en la primera toma de las pruebas son re-testeados anualmente para su control. Se trabaja con los estudiantes que voluntariamente aceptan participar y que a su vez cuentan con el consentimiento informado firmado por sus padres o tutores.

2.1.1 Aspecto audiológico

Para la realización de las pruebas audiológicas se cuenta con una Cabina Audiométrica Móvil (CAM) que responde a las normas IRAM 4028-1, de Argentina, e ISO 8253-1 en lo que respecta a los niveles sonoros en su interior. Detalles de la misma son mostrados al describir el Área de Tecnología.

Las pruebas aplicadas son las siguientes:

- 1) Cuestionario de Estado Auditivo para conocer antecedentes que pueden afectar la función auditiva.
- 2) Examen otoscópico para conocer el estado del canal auditivo externo.
- 3) Audiometría en los rangos convencional (250 - 8000) Hz y en el extendido de alta frecuencia (8000 – 16000) Hz para determinar el umbral auditivo en toda la gama audible normatizada.
- 4) Otoemisiones acústicas (OEA), prueba objetiva, sensible rápida y no invasiva para el diagnóstico de la pérdida incipiente de audición inducida por ruido [13]. Dentro de ellas también se aplica una novísima prueba particular: la Supresión Contralateral (SC), que permite conocer el estado y funcionamiento del Sistema Eferente Medial y el efecto que produce sobre las células ciliadas externas de la cóclea.
- 5) Impedanciometría para determinar el estado del oído medio.

2.1.2 Aspecto psicosocial

La batería de pruebas que se aplica es la siguiente:

- 1) Cuestionario de Actividades Extraescolares para conocer en detalle las distintas actividades realizadas por los adolescentes fuera del horario escolar y especialmente aquellas que significan exposición a altos niveles sonoros.
- 2) Cuestionario de Nivel Socio Cultural.
- 3) Escala de Actitudes hacia la Música a Altos Niveles Sonoros.
- 4) Escalas del Diferencial Semántico para evaluar distintas situaciones relacionadas con música.
- 5) Prueba de Personalidad (16 PF-5) para conocer los rasgos de personalidad que caracterizan a los adolescentes.

2.1.3 Aspecto acústico

Se llevan a cabo mediciones de niveles de inmisión sonora en las principales actividades recreativas de los adolescentes participantes:

- 1- En lugares bailables, espectáculos en vivo u otros, mediante:
 - técnica de medición implementada ad hoc;
 - dosimetría personal de ruido para medir dosis de exposición sonora;
 - aplicación de intensimetría sonora en lugares de esparcimiento
- 2- Niveles sonoros reales en el oído de los adolescentes que usan equipos personales de música en forma regular mediante técnica de medición desarrollada ad hoc en el CINTRA acorde a las Normas IEC 60959 e IEC 60711.

2.1.4 Aspecto genético

La mayor predisposición de los oídos lábiles a ser afectados más tempranamente por la exposición a altos niveles sonoros, que encontramos en la primera etapa de trabajo [9-10], nos llevó a plantearnos la hipótesis de que factores genéticos podrían contribuir a incrementar la susceptibilidad (predisposición) de los oídos a ser dañados por la acción de factores ambientales. Por tanto, la identificación de la/s causa/s de los trastornos auditivos y el esclarecimiento de la posible responsabilidad del ruido no ocupacional como desencadenante de patologías auditivas, relacionadas o no con factores genéticos subyacentes, redundará en beneficio del diagnóstico, tratamiento y prevención. A fin de probar la hipótesis planteada, los adolescentes detectados con problemas auditivos dentro del Programa son derivados primero al COAT para confirmación del diagnóstico y luego al CEPI-DEM para el correspondiente estudio genético.

2.1.5 Aspecto estadístico

El procesamiento estadístico permite:

- 1) conocer el comportamiento temporal de las variables analizadas en cada uno de los aspectos estudiados y sus relaciones;
- 2) analizar el comportamiento de esas variables a través del tiempo;
- 3) establecer interrelaciones entre las variables provenientes de los distintos aspectos considerados;
- 4) realizar inferencia etiológica

2.1.6 Estado actual del Programa y primeros resultados en el Área de Investigación

El trabajo de campo planificado dentro del Programa fue iniciado en el año 2006 en la Escuela Técnica de mayor población estudiantil. En los años subsiguientes –2007 y 2008- se continuó trabajando en nuevas escuelas y paralelamente, llevándose a cabo los re-tests a los adolescentes detectados con problema auditivo. En el año 2009 se realizará el re-testeo a todos

el grupo de adolescentes que esté cursando el último año del ciclo secundario perteneciente a la primera escuela donde se trabajó durante el año 2006. De igual forma, se continuará en los años subsiguientes con la realización de los re-tests en las escuelas restantes. al mismo tiempo que se irán incorporando anualmente nuevas escuelas al Programa.

A continuación se esquematizan los primeros resultados más relevantes obtenidos al presente.

Audición. En la primera Escuela donde se trabajó se evaluaron 188 adolescentes que cursaban el Tercer Año con edades entre 14/15 años, los cuales fueron clasificados de acuerdo al resultado de la *audiometría en los rangos convencional y en el extendido de alta frecuencia* en:

- Grupo 1:* Normal (112 adolescentes con umbral auditivo (UA) entre -9 dB y 18 dB)¹
- Grupo 2:* Con desplazamiento leve (21 adolescentes con UA entre -9 dB y 24 dB)
- Grupo 3:* Con desplazamiento significativo (39 adolescentes con UA entre -9 y 63 dB, de los cuales 14 presentaban problema en un solo oído y 25 en ambos oídos)

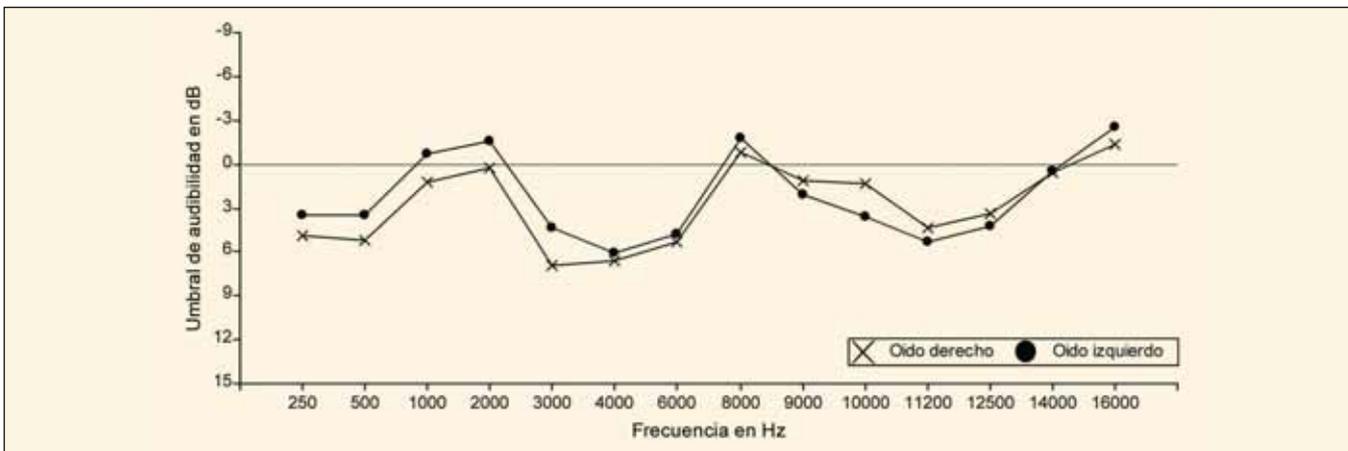


Figura 1. Audiograma promedio del grupo normal

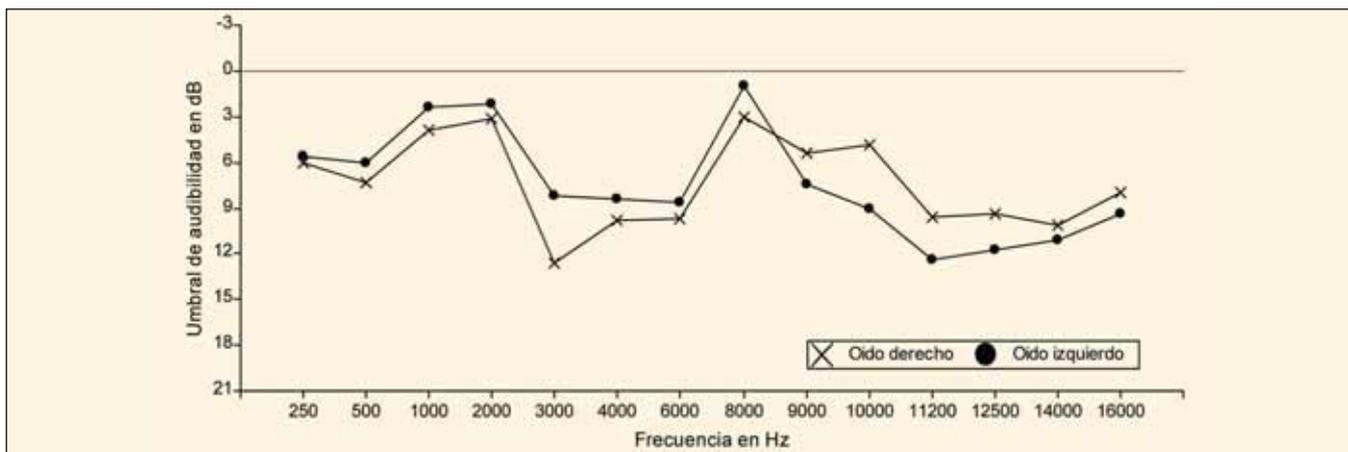


Figura 2. Audiograma promedio del grupo con desplazamiento leve

¹ Para una mayor discriminación los saltos del estímulo auditivo de la audiometría fue fijado en 3 dBA

Grupo

AUDIOTEC

Ingeniería y Control del Ruido



NUEVO CENTRO DE ACÚSTICA EN ESPAÑA

- ENSAYO DE MATERIALES Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS EN CÁMARAS ACÚSTICAS NORMALIZADAS

Ensayos de aislamiento acústico de cerramientos verticales (tabiques, trasdosados, puertas, ventanas, etc.)

Ensayos de aislamiento acústico a ruido aéreo y de impacto de cerramientos horizontales

Ensayos de mejora de suelos a ruido de impacto

Ensayos de coeficientes de absorción de materiales acústicos (Cámara reverberante)

- ASESORÍA Y CONSULTORÍA ACÚSTICA

- MEDICIONES ACÚSTICAS "IN SITU", acreditadas ENAC de:

Inmisión de ruido en viviendas. Ruido medioambiental. Aislamiento acústico a ruido aéreo entre locales. Aislamiento acústico a ruido de impacto. Aislamiento acústico de fachadas.

Tiempo de reverberación. Ruido en puestos de trabajo. Potencia sonora de maquinaria.

- ENTIDAD DE INSPECCIÓN, acreditada ENAC en ruidos y vibraciones

- ELABORACIÓN DE PROYECTOS DE IMPACTO ACÚSTICO

- DESARROLLO PROYECTOS DE I+D+i

- PERITACIONES ACÚSTICAS

- MAPAS DE RUIDO



ENAC
ENSAYOS
N.º 149 / E 367



ENAC
INSPECCIÓN
N.º 93 / E 186

Tel.: 983 361 326

Fax: 983 361 327

E-mail: info@audiotec.es

Web: www.audiotec.es

Ctra. Burgos-Portugal Km.116
Apdo. Correos 490
47080 - VALLADOLID
ESPAÑA

Centro de Acústica AUDIOTEC
Parque Tecnológico de Boecillo, Parc. 28 - 30
Apdo. Correos 490
47080 - VALLADOLID
ESPAÑA



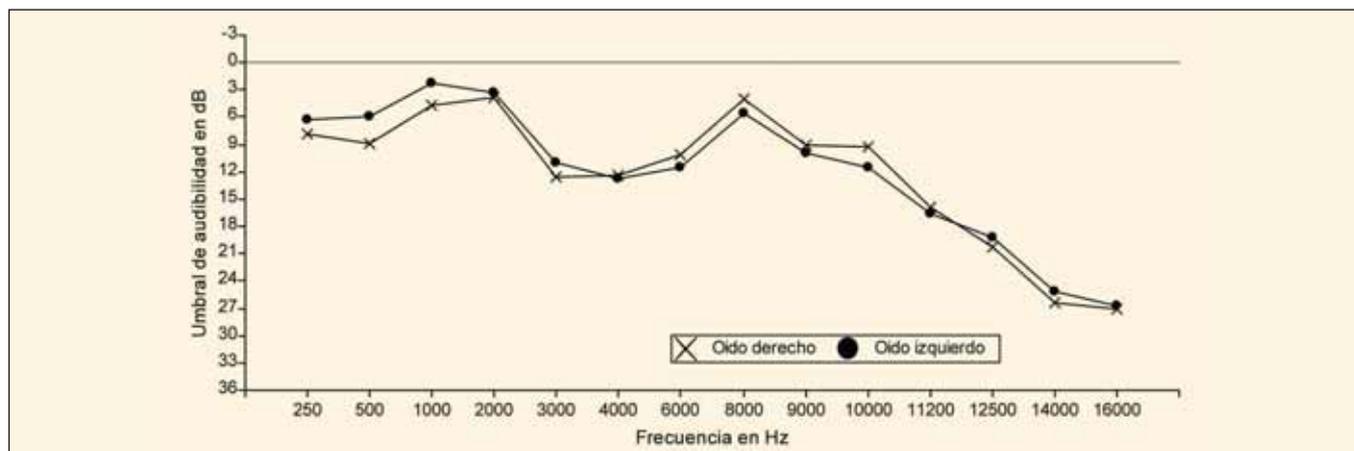


Figura 3. Audiograma promedio del grupo con desplazamiento significativo

Grupo 4: Indefinido (16 adolescentes con resultados dudosos que debían ser re-testeados)

Los tres primeros grupos mencionados son representados gráficamente en las Figuras 1, 2 y 3.

En el re-testeo, realizado en los años subsiguientes a los adolescentes cuyos UAs habían presentado desplazamientos significativos en el primer año de estudio, se han observado descensos importantes en el rango extendido de alta frecuencia (8000 Hz a 16000 Hz), siendo la más afectada la frecuencia 11200 Hz, seguida de las frecuencias 12500 Hz, 14000 Hz y 9000 Hz. También se han evidenciado descensos importantes en las frecuencias 16000 Hz (76 oídos) y 14000 Hz (56 oídos), destacándose dos adolescentes con la frecuencia 16000 Hz amputada en ambos oídos y la frecuencia 14000 Hz en un oído de uno de ellos.

En el rango convencional (250 Hz a 8000 Hz) se han observado desplazamientos en las frecuencias 3000 Hz y 4000 Hz (76 oídos), seguidas por la frecuencia 6000 Hz (48 oídos)

Un análisis detallado de los audiogramas de los adolescentes re-testeados muestra que en la mayoría de los casos los desplazamientos en determinadas frecuencias del rango extendido coinciden con desplazamientos marcados y/o incipientes en determinadas frecuencias del rango convencional. La continuidad del estudio permitirá confirmar la coincidencia observada al momento.

Los resultados de las **Otoemisiones Acústicas (OEAs)**, expresados en cantidad de oídos evaluados, mostró que:

- 61 oídos no pasaron las OEAs Transitorias (TEOAE) en ninguno de los dos re-tests realizados.
- En las OEAs Producto de Distorsión (DPEOAE) se encontraron amplitudes disminuidas en las siguientes frecuencias, según su orden de importancia: 4000 Hz, 3000 Hz y 8000 Hz y en menor medida, 2000 Hz y 6000 Hz.

Presencia de acúfenos: 85 adolescentes manifestaron tener acúfenos, especialmente después de haber estado expuestos a altos niveles sonoros en sus actividades recreativas.

Con el seguimiento realizado en esta primera escuela se han identificado cinco adolescentes con descensos significativos en sus UAs lo que hace conveniente su derivación al COAT para confirmación del diagnóstico y posterior derivación al CEPIDEM para el estudio genético, previa conformidad de sus padres.

Hábitos recreativos. A través del **Cuestionario de Actividades Extraescolares** se conoció que de los 188 adolescentes, con edades entre 14 y 15 años, evaluados al iniciar el estudio en la escuela que se describe, el 60 % de ellos tenía “a menudo”, “frecuente” o “muy frecuente” exposiciones a ruido no ocupacional como resultado de su participación en actividades recreativas caracterizadas por música. Dentro de esas actividades se destacaba la asistencia a lugares bailables. Del 40 % restante, aproximadamente el 20 % se hallaba en etapa de definición de sus hábitos recreativos, siendo, en esa oportunidad, todavía “bajo” su nivel de exposición a ruido no ocupacional. El porcentaje restante aún no participaba en actividades recreativas que pudieran constituir “riesgo” para la salud auditiva.

Estos resultados corresponden a la aplicación de las pruebas psicosociales al iniciarse el estudio en el año 2006. Durante el período lectivo de 2009 se llevará a cabo el re-test a los adolescentes que permanecen en la escuela, conjuntamente con el re-test auditivo, a fin de conocer la evolución de sus hábitos recreativos durante ese período y establecer relaciones válidas con el estado de la función auditiva.

A través de la **Escala de Actitudes hacia la Música a Altos Niveles Sonoros** se comprobó que un alto porcentaje de los adolescentes tendía a sentirse atraído por comportamientos y situaciones que involucran “Admiración por la música a altos niveles sonoros” (42,47 %) y “Disposición para experimentar ese tipo de música” (40,26 %), considerados como “Indicado-

res de riesgo” para la salud auditiva. Un porcentaje menor de adolescentes mostraba “Conciencia de los efectos negativos de la música a altos niveles sonoros” (33,61 %) y/o “Resistencia a escuchar ese tipo de música” (22,90 %) considerados ambos como “Indicadores de Prevención”.

Un número importante de adolescentes declararon que teniendo conciencia del daño auditivo no tenían voluntad de cambiar esos comportamientos riesgosos.

Niveles sonoros. El estudio acústico ha mostrado hasta el presente valores elevados de inmisión sonora por parte de los adolescentes participantes. Tomando como ejemplo la medición realizada en una discoteca, en la que se obtuvieron los valores más bajos, el nivel de Leq fue de 102,4 dBA. La Dosis de Ruido (D) obtenida fue de 4115% y la Exposición Sonora (ES) de 26 Pa²h, para una exposición de cuatro horas. Mientras que, un trabajador expuesto diariamente a un Leq de 85 dBA durante ocho horas, le corresponde D = 100% y ES = 1 Pa²h, con una relación de cambio de 3 dB por cada duplicación o reducción a la mitad del tiempo de exposición (Ley de Igualdad de Energía). Valores de D superiores al 100% acumulado durante una jornada de trabajo sugiere que el trabajador está expuesto a niveles sonoros peligrosos y que deben tomarse medidas correctivas [14]. Estableciendo una relación con el aspecto laboral, en el caso descrito, los adolescentes deberían estar expuestos no más de ocho minutos a fin de mantener la misma relación energética.

Paralelamente al uso de la técnica tradicional de medición de presión sonora, se están llevando a cabo mediciones de inmisión sonora aplicando la técnica de intensimetría sonora [15-16]. Esta técnica, originalmente desarrollada para determinar valores de emisión de fuentes sonoras, la estamos usando para evaluar su aplicabilidad en la determinación de valores de inmisión en un entorno sonoro. Se intenta conocer en profundidad sus bondades y limitaciones aplicada a locales de esparcimiento donde los ambientes sonoros presentan características propias debido a la variabilidad temporal de las fuentes sonoras, los tipos de música, la composición espectral, la acústica de la sala, etc.

En una primera etapa se llevaron a cabo mediciones en laboratorio a fin de analizar y determinar los parámetros que serían importantes para la realización de las mediciones *in situ*. En la segunda etapa se comenzó con mediciones en locales de esparcimiento cerrados, tipo discoteca, diferenciados por la música que se escucha en ellos [17]. En la actualidad se continúa con el uso de esta técnica *in situ*, obteniendo resultados que muestran una posible relación entre las componentes espectrales y la efectividad de la técnica [18].

2.2 Área de Extensión

Los resultados obtenidos al momento en el Área de Investigación señalan la necesidad de intervenir en la pobla-

ción joven a través de acciones destinadas a informar y concienciar sobre los efectos nocivos para la audición producidos por una elevada exposición a música a altos niveles sonoros en sus actividades recreativas.

Como respuesta a esta necesidad implementamos un **Programa de Educación para la Salud Auditiva** en una de las escuelas donde se está trabajando. La estrategia seleccionada para llevar a cabo el programa fue la de capacitar a un grupo de *Promotores Adolescentes de Salud Auditiva* para que sean ellos mismos quienes apunten a sus pares a través de información sobre los riesgos que implica una exposición continua a altos niveles sonoros, las consecuencias que esto supone a la hora de ingresar al ámbito laboral y fomentar conductas saludables en relación al cuidado de la audición.

Este tipo de estrategias posibilita una buena receptividad por parte de los pares debido a la utilización de lenguaje y códigos compartidos y a la gran cercanía cultural que mantienen entre sí; y a su vez, los promotores obtienen beneficios a nivel personal al desarrollar habilidades de liderazgo y adoptar comportamientos responsables respecto a su salud [19].

El programa fue implementado en dos fases, en la primera se realizó la capacitación de los promotores mediante la modalidad de *talleres* y en la segunda se llevó a cabo la campaña educativa en toda la institución escolar. Por iniciativa de los promotores adolescentes, se hizo extensiva esta campaña a la comunidad extraescolar, incluyendo entrega de protectores auditivos.

Los buenos resultados obtenidos en la escuela donde se implementó esta modalidad de trabajo, permitirán hacerla extensiva a un grupo de nuevas escuelas para los años subsiguientes.

Paralelamente se llevan a cabo otras actividades de extensión dirigidas a distintos estamentos de la sociedad: comunidades educativa, científica, académica y general, al ámbito gubernamental y la formación de recursos humanos en las distintas ramas de la ciencia involucradas en el Programa. Estas actividades tienen como objetivo primordial la transferencia de los resultados y conocimientos que van surgiendo del desarrollo del Programa.

2.3 Área de Tecnología

Dentro de esta área se han llevado a cabo desarrollos *ad hoc* con la finalidad de cumplimentar con los requerimientos de normas nacionales e internacionales en relación a los ambientes de prueba y las técnicas y procedimientos de medición.

Procedimientos de calibración. Se han implementado los procedimientos metrológicos y metodológicos necesarios para el establecimiento y funcionamiento en el CINTRA del Laboratorio de Calibración de audiómetros en los rangos convencional y en el extendido de alta frecuencia e instrumentos de medición de ruido. Estos procedimientos cumplimentan con los requeri-

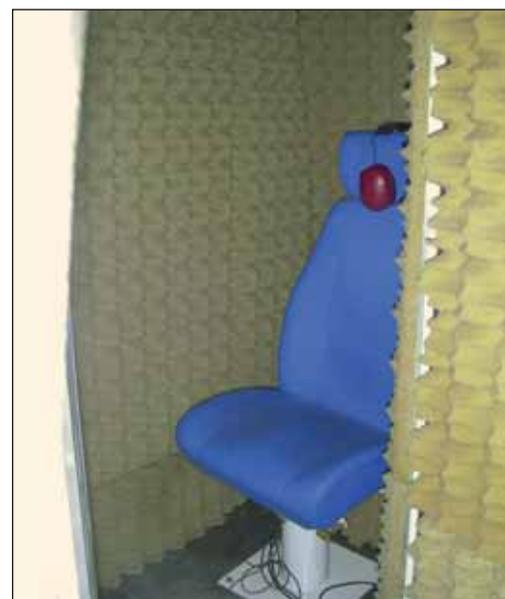


Figura 4 y 5. Vistas exterior e interior de la CAM

mientos de las Normas IRAM 301 e ISO/IEC 17025 en lo referente a precisión y calidad en base a trazabilidad de equipamiento del CINTRA contra patrones de calibración de la Comunidad Europea a través del Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) de Alemania.

Cabinas audiométricas. Para que los estudios audiológicos programados dentro de la Investigación Científica se lleven a cabo en ambientes acústicos que cumplimenten lo recomendado por las normas vigentes, se diseñaron y construyeron cabinas audiométricas especiales —fijas y móvil según las necesidades de la etapa de trabajo— no existentes en el mercado nacional con la calidad exigida para fines científicos. Ambos tipos de cabinas cumplimentan con las exigencias de las Normas IRAM 4028-1 (1997) e ISO 8253-1 (1989) en cuanto a los niveles sonoros del ruido interior.

Las cabinas fijas fueron construidas para la primera etapa de trabajo. La cabina audiométrica móvil (CAM), usada en la etapa actual de trabajo, fue construida a partir de un vehículo utilitario donado por el Ministerio de Salud de la Provincia de Córdoba. Fue necesario adaptar el interior del mismo para contar con dos compartimentos que permitan la ubicación del sujeto de prueba en uno de ellos y el profesional en el otro y su acondicionamiento acústico acorde a lo recomendado por las normas citadas. Las Figuras 4 y 5 muestran una vista exterior e interior de la CAM.

Sistemas para medición de inmisión sonora en actividades recreativas

1.- **En lugares bailables.** El principal requisito para realizar mediciones en este tipo de locales es que las mismas puedan ser llevadas a cabo en forma disimulada para evitar que los responsables del lugar disminuyan los niveles

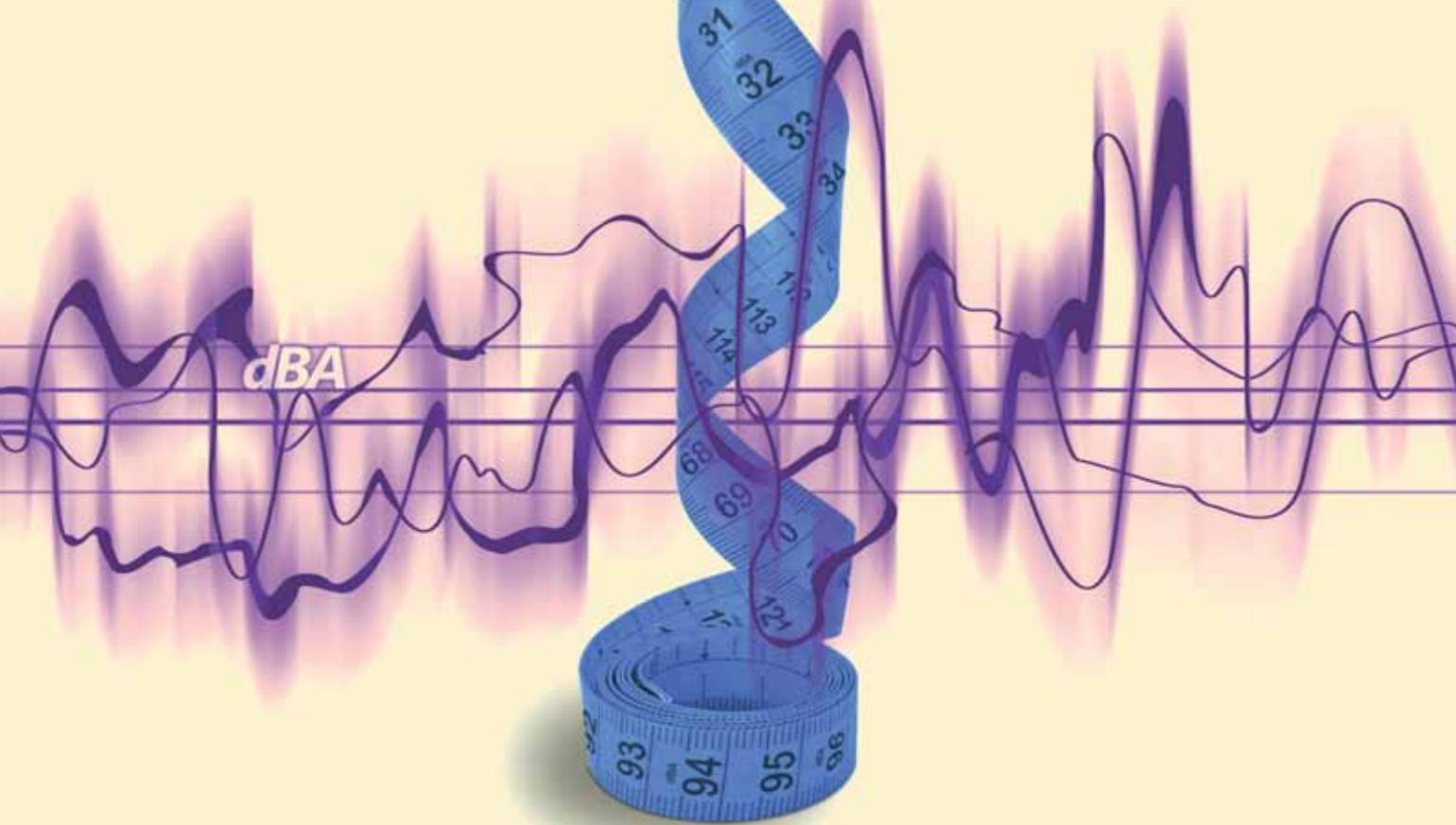
sonoros de la música. Para ello se implementó un sistema de medición miniaturizado que se instala en una pequeña mochila de uso común en las adolescentes de donde sobresale un micrófono totalmente disimulado, con funcionamiento autónomo durante cuatro horas, mientras un adolescente responsable de la medición permanece en el local de baile.

2.- **Uso de equipos personales de música.** Para conocer con exactitud los niveles reales de música en el oído de los adolescentes que usan MP3, MP4, Ipod, u otros, se ha implementado un sistema de medición usando cabeza y torso artificial Brüel & Kjaer, tipo 4128, que cumple con la Norma IEC 60959 con dos simuladores de oídos ocluidos, de acuerdo a lo descrito en la Norma IEC 60711.

3. Conclusión y Discusión

La etapa actual de desarrollo del Programa no permite hablar de conclusiones definitivas, sólo referirse a los resultados que al momento han sido analizados. Estos primeros resultados están mostrando un deterioro temprano de la audición en un grupo de los adolescentes estudiados, cuyas edades alcanzan sólo los 14 o 15 años. Si bien a esa edad los adolescentes están recién definiendo sus gustos, preferencias e intereses, y por ende, sus hábitos de recreación, ya se encontraron adolescentes que con frecuencia se exponían a altos niveles sonoros en sus tiempos de esparcimiento. La continuidad del estudio permitirá establecer relaciones válidas entre las conductas recreativas que caracterizan al grupo etario en estudio, la inmisión sonora a la que se exponen, el comportamiento de la función auditiva durante esa etapa y la posible intervención de factores genéticos como causa de una mayor labilidad auditiva.

La larga experiencia del CINTRA en el área de Conservación de la Audición permitió implementar el



Revolucionando la acústica

Medida · Simulación · Monitorización

Alava Ingenieros le ofrece la más amplia gama de soluciones integrales para todas sus medidas acústicas:

- Sonómetros**
- Asesoramiento técnico**
- Predicción acústica**
- Servicio técnico**
- Analizadores**
- Cámaras de ensayo**
- Monitorización de ruido**
- Formación**

¿Conoce el nuevo Solo?

El sonómetro más flexible del mercado, rendimiento optimizado a su medida. Elija sus aplicaciones y amplíelas en cualquier momento Ud. mismo. Ahorre recursos: disponga de los programas de cálculo y análisis más completos y sencillos de usar; informes detallados y configurables en segundos; grabe el audio de eventos en su memoria; ¡Imagina no llevar cables a sus ensayos y aún así emplear varios equipos a la vez? SOLO le ofrece esto y mucho más...

Próximos seminarios gratuitos en toda España.
 Infórmese en www.alava-ing.es



ALAVA INGENIEROS, S.A.
 MADRID · BARCELONA · ZARAGOZA · LISBOA

Edificio Antalia
 Albasanz, 16
 28037 MADRID
 Tel. 91 567 97 40
 Fax 91 570 26 61
alava@alava-ing.es
www.alava-ing.es



SGI 2201612



Programa Multidisciplinario que aquí se describe dirigido a un grupo etario muy joven, que precisamente por su corta edad desconoce la importancia de una buena audición en su vida futura y además desconoce la forma de cuidarla.

Consideramos como la mayor fortaleza del Programa la posibilidad que brinda de abordar la problemática en forma holística, integrando los distintos aspectos involucrados, y que además posibilita la incorporación de nuevas modalidades de trabajo en beneficio de la meta propuesta: promover y prevenir la salud auditiva en los adolescentes.

Concluimos el presente artículo con una invitación dirigida a la comunidad científica relacionada con la problemática abordada para replicar en forma total o parcial en otros contextos la labor investigativa y de transferencia propuesta por el Programa.

4. Referencias

- [1] Babisch, W.; Ising, H. (1994). "Musikhörgewohnheiten bei Jugendlichen". *Z Lärmbekämpfung*, 41, 91- 97.
- [2] Ising, H.; Babisch, W.; Hanel, J.; Kruppa, B.; Pilgramm, M. (1995). "Empirische Untersuchungen zu Musikhörgewohnheiten von Jugendlichen". *HNO*, 3, 244-249.
- [3] Serra, M.R.; Biassoni, E.C.; Carignani, J.A.; Minoldo, G.; Franco, G.; Serra, S.; Pollet, A.; Joekes, S.; Blanch, N. (1998). "Propuesta metodológica para el estudio de los efectos auditivos de la música a altos niveles sonoros en adolescentes". *Fonoaudiológica* 44, 3, 52-60.
- [4] Morata, T.C. (2007). "Young people: Their noise and music exposures and the risk of hearing loss". *International Journal of Audiology*, 46, 3, 111-112.
- [5] Vogel, I.; Brug, J.; Van der Ploeg, C.P.B.; Raat, H. (2007). "Young people's exposure to loud music. A summary of the literature". *American Journal of Preventive Medicine*, 33, 2, 124-133.
- [6] Vogel, I.; Brug, J.; Hosu, E.J.; Van der Ploeg, C.P.B.; Raat, H. (2008). "MP3 players and hearing loss: adolescent's perceptions of loud music and hearing conservation". *The Journal of Pediatrics*, 152, 3, 400-405.
- [7] Serra, M.R.; Biassoni, E.C.; Richter, U.; Carignani, J.A.; Minoldo, G.; Franco, G.; Abraham, S.; Joekes, S.; Yacci, M.R. (2003) "Hábitos recreativos y audición en los Adolescentes. Resultados de cuatro años de estudio". *Otolaringológica XXV**4, 3-25.
- [8] Serra, M.R.; Biassoni, E.C.; Richter, U. (2003). "Development of hearing disorders in adolescents. A founded Argentine-German project in the field of hearing conservation". *PTB Bericht*, PTB -MA -73, 1-61.
- [9] Serra, M. R.; Biassoni, E. C.; Richter, U.; Minoldo, G.; Franco G. ; Abraham, S.; Carignani, J. A. Joekes, S.; Yacci, M. R. (2005). "Recreational noise exposure and its effects on the hearing of adolescents. Part I: An interdisciplinary long-term study". *International Journal of Audiology* 44, 65-73.
- [10] Biassoni, E. C.; Serra, M. R.; Richter, U.; Joekes, S.; Yacci, M. R.; Carignani, J. A.; Abraham, S.; Minoldo, G.; Franco, G. (2005). "Recreational noise exposure and its effects on the hearing of adolescents. Part II: Development of hearing disorders". *International Journal of Audiology* 44, 74-85.
- [11] Serra, M.R.; Biassoni, E.C.; Ortiz Skarp, A.H.; Serra, M.; Joekes, S. (2007). "Sound immission during leisure activities and auditory behaviour". *Applied Acoustics*, 68, 403-420.
- [12] Serra, M.R.; Biassoni, E.C.; Hinalaf, M.; Pavlik, M.; Pérez Villalobo, J.; Curet, C.; Minoldo, G.; Abraham, S.; Moreno Barral, J.; Reynoso, R.; Barteik, M.E.; Joekes, S.; Yacci, M.R. (2008). Program for the conservation and promotion of hearing among adolescents". *American Journal of Audiology*, 16, 158-164.
- [13] Attias, J.; Horowitz, G.; El-Hatib, N.; Nageris, B. (2001). "Detection and clinical diagnosis of noise-induced hearing loss by otoacoustic emissions". *Noise Health*, 3, 19-31.
- [14] Harris, C. (1998) "Handbook of acoustical measurements and noise control". Acoustical Society of America. Woodbury (ed.). NY, reprint of third edition.
- [15] Fahy, F.J. (1995). "Sound Intensity. Second edition". E & FN Spon.
- [16] Herráez, M. "Estudio experimental de los parámetros que afectan a la estimación de potencia sonora por el método de intensidad". Tesis Doctoral. Universidad de Valladolid, España, 1996.
- [17] Pérez, J.; Serra, M. (2007) "Mediciones de inmisión sonora con cabeza artificial utilizando la técnica de intensimetría". *Mecánica Computacional*, Vol. XXVI, 38-45.
- [18] Pérez, J.; Serra, M. (2008) "Avances en la técnica intensiométrica aplicada a la inmisión sonora". *Proceedings VI Congreso Iberoamericano de Acústica*, en CD Room.
- [19] Cardozo, G.; Dubini, P.; Duarte, M.E.; Solís, M.; Vadaugna, E.; Crabay, M.; Crespi, G.; Verhaeghe, A. y Barrón, M. (2005) "Adolescencia: Promoción de Salud y Resiliencia". Edit: Brujas. Córdoba.