

Efectos auditivos y neuropsicológicos por exposición a ruido ambiental en escolares, en una localidad de Bogotá, 2010

The auditory and neuropsychological effects of school children's exposure to environmental noise in a locality in Bogotá, 2010

Leonardo Quiroz-Arcentales¹, Luís J. Hernández-Flórez¹, Jeimy C. Corredor-Gutiérrez², Viviana A. Rico-Castañeda², Claudia Rugeles-Forero² y Katalina Medina-Palacios¹

1 Secretaría Distrital de Salud de Bogotá, Colombia. leoquiroz45@hotmail.com; luisjorge.hernandezflorez@gmail.com; ekmedina@saludcapital.gov.co

2 Hospital Fontibón. Bogotá, Colombia. jccorredorg@unal.edu.co; angelicarc@gmail.com

Recibido 15 Septiembre 2011/Enviado para Modificación 05 Octubre 2011/Aceptado 20 Enero 2012

RESUMEN

Objetivo Evaluar el efecto que ejerce el ruido ambiental en la salud auditiva, la aparición de síntomas neuropsicológicos, el desarrollo de actividades educativas y el descanso en estudiantes de una localidad en Bogotá.

Metodología Estudio transversal de prevalencia en niños y adolescentes (n=581) de 10-17 años en dos instituciones educativas distritales definidas como de mayor exposición ($>65\text{dB}$) y de menor exposición ($<65\text{dB}$) según el mapa de ruido ambiental de la localidad, clasificación verificada posteriormente. Se aplicó una encuesta de antecedentes de salud, percepción de la exposición a ruido, hábitos relacionados con salud auditiva y una audiometría tonal líminal de la vía aérea, usando criterios recomendados en la guía GATI-HNIR.

Resultados El colegio más expuesto excedía la normatividad para la zona de tranquilidad (7/8 mediciones), los niveles de las dos instituciones sobrepasan la recomendación de la OMS (15/16 mediciones). El 14,8 % de los estudiantes presentaban algún grado de Hipoacusia, no se identificaron diferencias según exposición, sin embargo, al comparar los promedios de umbral auditivo, fueron mayores en el grupo de mayor exposición. Se encontró más prevalencia de hipoacusia y síntomas neuropsicológicos en la jornada mañana, y del reporte de síntomas otológicos y dificultad para dormir en estudiantes con mayor exposición.

Conclusión Existe diferencia entre los umbrales auditivos de los estudiantes según la exposición, lo cual podría sugerir alguna asociación con los niveles de ruido a los que se encuentran expuestos.

Palabras Clave: Hipoacusia, rendimiento escolar, ruido ambiental, escolares (fuente: DeCS, BIREME).

ABSTRACT

Objective Evaluating the effect of environmental noise on the auditory health of a group of students from a locality in Bogotá, their educational development and leisure activities and the appearance of neuropsychological symptoms.

Methods This was an observational cross-sectional prevalence study in a sample of 581, 10-17 year-old children and adolescents in two district educational institutions, defined as higher (>65 dB) and lower exposure (<65 dB) according to an environmental noise map of the locality, such ranking being subsequently verified. A survey was made regarding their health-related background, perception of being exposed to noise and auditory health-related habits; a liminal tone audiometry of the airway was taken using the criteria recommended in the Infrastructure Technical Advisory Group's noise-induced hearing loss (ITAG-NIHL) guidelines.

Results The more exposed school exceeded the regulations concerning comfortable environmental noise levels (7/8 measurements). Both institutions' levels exceeded WHO recommendations (15/16 measurements); 14.8 % of students had some degree of hearing loss. No significant differences were identified regarding exposure; however, higher thresholds were found in the more exposed group when comparing mean hearing threshold. Students attending morning sessions had a greater prevalence of hearing loss and neuropsychological symptoms and neuro-otological symptoms and difficulty in sleeping was reported amongst the more exposed students.

Conclusion A difference was found between students' hearing thresholds, depending on their exposure, suggesting an association with the levels of noise to which they are exposed.

Key Words: Hearing loss, educational achievement, noise, school-aged population (source: MeSH, NLM).

La contaminación por ruido constituye una problemática ambiental que se ha incrementado con el desarrollo tecnológico, comercial e industrial de la sociedad actual, exposición que puede provocar diferentes efectos en la salud y el bienestar de las personas, que van desde simples molestias hasta problemas clínicos no reversibles. En trabajadores y escolares puede afectar el rendimiento de los procesos cognitivos, tales como la lectura, la atención, y la memorización (1). Uno de los efectos más importantes por exposición a ruido es la pérdida de audición (hipoacusia), que puede ser reversible o permanente y que progresó lentamente de forma proporcional con la intensidad y duración de la exposición. Generalmente se caracteriza por acufenos, disminución de la capacidad de discriminación y distorsión de sonidos, cefalea, cansancio e irritabilidad.

En Bogotá, una de las localidades más afectadas por la problemática del ruido ambiental es Fontibón. El reporte del Departamento Administrativo

del Medio Ambiente (DAMA) del año 2005, afirma que las tres estaciones fijas de monitoreo ubicadas en áreas aledañas al aeropuerto (ubicado en estas localidad) arrojan datos que excedieron,según la Resolución 0627 de 2006 del Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial los límites permisibles de 65 dB(A) en la zona I clasificada como residencial; es el caso de la estación de Capellanía, donde se realizaron 48 monitoreos estableciendo el Nivel de Sonido Promedio Día-Noche (LDN), cuyos resultados fluctuaron entre 71,2 dB (A) y 82,1 (2). Adicional a esto, es una localidad con vías de alto flujo vehicular, situación que puede llegar a ocasionar alteración de la calidad auditiva y molestias en los habitantes. Por lo tanto la población de esta localidad se encuentra expuesta a altos niveles de ruido ambiental; un estudio previo realizado con población general de las Localidades de Fontibón y Engativá en 2003 (3), encontró una prevalencia de hipoacusia en el grupo expuesto de 35,6 % y en los no expuestos de 21,3 %.

La Secretaría Distrital de Salud de Bogotá, a través del Hospital Fontibón E.S.E., inició un proceso de construcción del sistema de vigilancia epidemiológica de los efectos del ruido en la población por fases, la primera consistió en el diseño y desarrollo de un estudio ecológico que permitió generar la hipótesis de la relación entre los niveles de ruido y la prevalencia de hipoacusia en la población de la localidad. La segunda fase, se cumplió con el presente estudio cuyo objetivo fue evaluar el efecto que ejerce el ruido ambiental en la salud auditiva, en la aparición de síntomas neuropsicológicos, en el normal desarrollo de actividades educativas y en el descanso de los escolares de la localidad de Fontibón. Se espera que los resultados contribuyan en la construcción del sistema de vigilancia epidemiológica de los efectos del ruido en la salud de la comunidad del Distrito Capital.

MATERIALES Y MÉTODOS

Zona de Estudio

La investigación se realizó en la Localidad de Fontibón, en Bogotá, Colombia. Zona en la que se encuentra ubicado el aeropuerto Internacional El Dorado y que cuenta con importantes vías de alto flujo vehicular. En la localidad se seleccionaron 2 instituciones educativas distritales definidas como de mayor exposición (75-80 dB) y de menor exposición (35-50 dB), según el mapa de ruido ambiental de la localidad (4).

Tipo de estudio y muestra

Se llevó a cabo un estudio observacional de tipo transversal de prevalencia.

La muestra se conformó con 581 escolares de entre los 10 y 17 años de las instituciones seleccionadas, los estudiantes evaluados son residentes en la misma localidad.

Método de muestreo ambiental

Las mediciones de ruido se realizaron en dos días durante la jornada mañana y tarde, en jornada escolar normal (día 1) y en sin presencia de estudiantes (día 2). Se midieron los niveles de ruido en 4 puntos perimetrales de cada colegio, por punto se tomó una medición por jornada para un total de 16 mediciones. También se realizaron mediciones en interiores, en el colegio de mayor exposición se realizaron 6 en los pasillos, 4 en los salones y 2 en las áreas de recreo, en el de menor exposición se realizaron 2 mediciones en salones, 5 en pasillos y 2 en las áreas de recreo. En todos los casos se usaron sonómetros fijos o de la Unidad Móvil de la Secretaría Distrital de Ambiente debidamente calibrados. Los períodos y tiempos de medición se determinaron según el Artículo 5° de la Resolución 627 del 2006. (5) El valor promedio en dB(A) se obtuvo a partir de la ponderación logarítmica del resultado de la medición de la jornada mañana y de la tarde por cada punto usando la fórmula mostrada en la Figura 1.

Figura 1. Formula usada para la ponderación logarítmica de las mediciones de ruido.

$$Leq = 10 \log \left(\frac{10^{\frac{x_1}{10}} + 10^{\frac{x_2}{10}}}{\text{Num. mediciones}} \right)$$

Método de muestreo de estudiantes

Se aplicó una encuesta a los padres de los niños con el objetivo de identificar los sujetos que cumplieran con los criterios de inclusión (estar asistiendo mínimo dos años al centro educativo y ser residentes en la localidad desde hace 2 años o más). Fueron excluidos aquellos que en el momento de la otoscopia presentaron condiciones que pudieran alterar la audiometría (perforación timpánica, malformaciones del pabellón auricular, otitis) y que reportaron factores congénitos, o secundarios a complicaciones durante el parto, lesiones de causa externa, infecciones o consumo de medicamentos ototóxicos, que pudieran ser causantes de hipoacusia. Se incluyeron en la muestra los niños que aceptaron participar con la aprobación de los padres o tutores quienes firmaron el consentimiento informado.

Evaluación de los efectos de interés

A los escolares incluidos en la muestra se les suministró una encuesta de antecedentes de salud y percepción de ruido indagando sobre antecedentes

familiares, personales y hábitos relacionados con la salud auditiva. Las encuestas fueron aplicadas mediante entrevista por una fonoaudióloga y auxiliar de enfermería capacitadas. Paralelamente, se realizó audiometría tonal líminal y otoscopia por Fonoaudiólogo, en las instalaciones de cada colegio con el audímetro Maico MA 41 calibrado y en cabina sonoamortiguada.

Las audiometrías se calificaron según Índice Larsen Modificado, el promedio de frecuencias conversacionales PTA (500, 1 000 y 2 000 Hz) y la descripción frecuencial de las bandas agudas 3 000, 4 000, y 6 000 Hz, ya que la perdida más temprana por exposición a ruido se observa en estas últimas frecuencias. El grado de severidad de la pérdida auditiva de los estudiantes se determinó según la clasificación definida por NIOSH referenciada por la Guía GATI-HNIR (6), se realizó corrección del nivel límite de normalidad siguiendo la recomendación de la ANSI que sugiere que, para población pediátrica, debe considerarse hipoacusia leve a toda pérdida >20 dB.

Se realizó análisis multivariado para los eventos de interés: hipoacusia, síntomas otológicos (acufenos vértigo y otalgia), síntomas neuropsicológicos (irritabilidad, ansiedad, cefalea, susto/sobresalto, menor rendimiento y agotamiento físico), dificultad para conciliar el sueño e interferencia con actividades específicas (leer, conversar, estudiar, descansar y realizando labores o tareas en casa).

RESULTADOS

Niveles Ambientales de ruido.

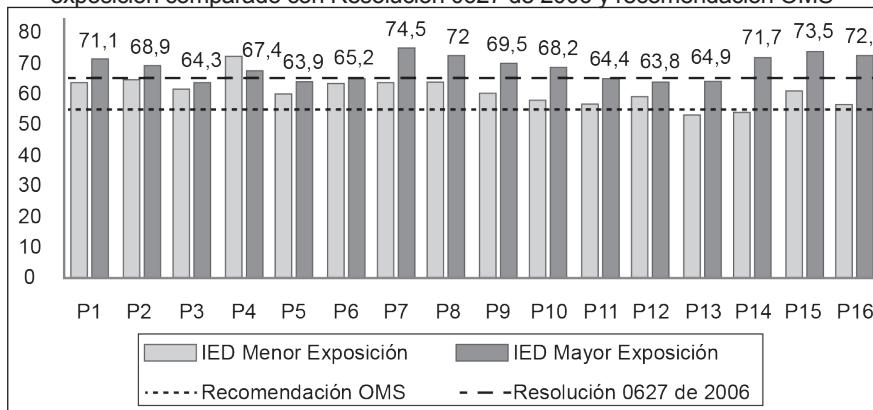
En la Institución Educativa Distrital (IED) de mayor exposición, se observó que dentro de las aulas en horas de clase, los niveles de presión sonora alcanzan un valor máximo de 82,7dB (A) y un mínimo de 70,4dB (A) y en pasillos los valores son 82,6dB (A) y 72,8dB (A) respectivamente. En la IED de menor exposición se obtiene un valor máximo en salones de 80,3dB (A) y un valor mínimo de 66,4dB (A) y en pasillos de 80,2dB (A) y 68,2 dB(A) respectivamente (Figura 2).

Comparabilidad de los grupos

El 45,6% [265] de los evaluados son de sexo masculino, y el 54,4 % [316] son de sexo femenino, con edad promedio de 13,38 años. En la Tabla 1 se resumen las características de los estudiantes seleccionados por condición de exposición. En cuanto a los tiempos evaluados de exposición, se observa diferencia significativa en los tres aspectos considerados ($p<0,001$). Para

la variable de tiempo en el colegio (años) se debe tener en cuenta que la infraestructura de la institución de menor exposición es reciente y los estudiantes fueron trasladados desde otra institución cercana. Así mismo, para el tiempo en la localidad, los estudiantes viven en la zona residencial aledaña a cada una de las instituciones educativas, para el caso de los menos expuestos en su gran mayoría lo hacen en conjuntos residenciales también con pocos años de construcción, a diferencia de los estudiantes del colegio más expuesto quienes residen en barrios tradicionales de la localidad.

Figura 2. Niveles de presión sonora en área perimetral de colegio de mayor y menor exposición comparado con Resolución 0627 de 2006 y recomendación OMS



Fuente. Bases de datos Hospital Fontibón 2010

Tabla 1. Características de los estudiantes y resultados de las audiometrías según condición de exposición

Variable		Mayor exposición n=289 (%)	Menor exposición n=292 (%)	Valor p
Datos sociodemográficos				
Sexo	Masculino	135 (46,7)	130 (44,5)	0,596
	Femenino	154 (53,3)	162 (55,5)	
Jornada	Mañana	142 (49,1)	168 (57,5)	0,042
	Tarde	147 (50,9)	124 (42,5)	
Edad (años)	Media	13,47	13,28	0,136**
Tiempo Barrio (horas/día)	Media	8,98	12,17	<0,001**
Tiempo en la Localidad (años)	Media	9,75	7,08	<0,001**
Tiempo en el colegio (años)	Media	7,60	4,63	<0,001**
Síntomas reportados				
	Acufenos	58 (20,1)	24 (8,2)	<0,001
Síntomas otológicos	Vértigo	5 (1,7)	0 (0,0)	0,030*
	Otalgia	37 (12,8)	34 (11,6)	0,670
	Otitis	13 (4,5)	6 (2,1)	0,098
	Otorrea	1 (0,3)	1 (0,3)	1,000*
	Prurito	5 (1,7)	3 (1,0)	0,503*

Variable		Mayor exposición n=289 (%)	Menor exposición n=292 (%)	Valor p
Hábitos				
Uso audífonos	Nunca	135(46,7)	119(40,8)	0,050
	Pocas veces	75(26)	107(36,6)	
	Algunas veces	51(17,6)	42(14,4)	
	Frecuente	28(9,7)	24(8,2)	
Uso motocicletas	Nunca	274(94,8)	273(93,5)	0,378*
	Pocas veces	7(2,4)	12(4,1)	
	Algunas veces	6(2,1)	7(2,4)	
	Frecuente	2(0,7)	0(0)	
Frecuenta discotecas	Nunca	228(78,9)	265(90,8)	<0,001*
	Pocas veces	47(16,2)	22(7,5)	
	Algunas veces	11(3,8)	5(1,7)	
	Frecuente	3(1)	0(0)	
Percepción del ruido				
Sensación de ruido en el entorno	Nunca	63(21,8)	96(32,9)	<0,001
	Raramente	44(15,2)	57(19,5)	
	A veces	87(30,1)	90(30,8)	
	Siempre	95(32,9)	49(16,8)	
Actividades donde el ruido genera molestia	Leyendo	85 (29,4)	73 (25)	0,232
	Actividades en casa	7 (2,4)	11 (3,8)	
	Estudiando	83 (28,7)	91 (31,2)	
	Conversando	36 (12,5)	37 (12,7)	
Síntomas neuropsicológicos	Descansando	70 (24,2)	83 (28,4)	0,250
	Ninguna	32 (11,1)	17 (5,8)	
	Insomnio	6 (2,1)	3 (1,0)	
	Irritabilidad	24 (8,3)	20 (6,8)	
Dificultad al conciliar el sueño	Ansiedad	8 (2,8)	4 (1,4)	0,338*
	Cefalea	84 (29,1)	82 (28,1)	
	Susto/sobresalto	2 (0,7)	8 (2,7)	
	Menor rendimiento	10 (3,5)	24 (8,2)	
Fuentes generadoras	Agotamiento físico	7 (2,4)	9 (3,1)	0,627
	Nunca	128(44,2)	214(73,3)	
	Raramente	97(33,6)	52(17,8)	
	A veces	56(19,4)	23(7,9)	
Audiometría	Siempre	8(2,8)	3(1)	<0,001
	Tráfico aéreo	160 (55,4)	40 (13,7)	
	Tráfico terrestre	104 (36)	94 (32,2)	
	Discotecas/bares	41 (14,2)	33 (11,3)	
Índice Larsen Oído derecho	Act. industrial	30 (10,4)	39 (13,4)	0,297
	Ninguna	48 (16,6)	110 (37,7)	
	Hipoacusia	40 (13,8)	46 (15,8)	
	Normal unilateral	260(90)	255(87,3)	
Índice Larsen Oído izquierdo	Grado I	21(7,3)	28(9,6)	0,515*
	Grado II	7(2,4)	9(3,1)	
	Grado III	1(0,3)	0(0)	
	Normal unilateral	269(93,1)	270(92,5)	
Grado de severidad	Grado I	14(4,8)	19(6,5)	0,571*
	Grado II	5(1,7)	3(1,0)	
	Grado III	1(0,3)	0(0)	
	Normal	249(86,2)	246 (84,2)	
Moderada	Leve	37(12,8)	46 (15,8)	0,233*
	Moderada	2(0,7)	0(0)	
	Moderada-severa	1(0,3)	0(0)	

Usando la prueba de Chi cuadrado de Pearson. *Estadístico exacto de Fisher. ** Prueba t para comparación de medias. Fuente. Bases de datos Hospital Fontibón 2010

Niveles de Audición

Se encontró que el 85,2 % [495] de los estudiantes presentan audición normal, el 14,3 % [83] se clasifican con hipoacusia leve, 0,3 % [2] moderada, y el 0,2 % [1] moderada-severa. Se tomó el umbral auditivo en cada frecuencia, para cada oído y a estos se les aplicó la prueba t para comparación de medias según el nivel de exposición (Tabla 2), observando que en el umbral auditivo en ambos oídos de los estudiantes, hay diferencia significativa en todas las frecuencias evaluadas excepto en la frecuencia de 6 000 Hz, lo que muestra que los estudiantes del colegio de mayor exposición tienen un promedio mayor de respuesta en el umbral auditivo con respecto a los estudiantes del colegio de menor exposición. Aunque clínicamente la diferencia encontrada no es significativa, si se observa un descenso en la capacidad auditiva de los estudiantes del colegio más expuesto.

Efectos de interés y factores asociados

La hipoacusia es más frecuente en los estudiantes que estudian en la jornada de la mañana, Razón de Prevalencia: 2,14 (IC95 %:1,47-3,96; p=0,001) y entre el reporte de síntomas otológicos con la condición de mayor exposición (> 65 dBA) RP: 1,63 (IC95 %:1,09-2,44; p=0,017). Los estudiantes que identificaron fuentes generadoras de ruido, fueron quienes más reportaron la presencia de síntomas, RP: 1,7 (IC95 %:1,05-2,76; p=0,031). En la Tabla 3 se presentan las asociaciones que resultaron significativas para cada síntoma evaluado.

Tabla 2. Diferencia de medias en umbral auditivo de oído derecho y oído izquierdo en estudiantes de la Localidad de Fontibón, Bogotá D.C.

Frecuencia	Oído derecho			Oído izquierdo		
	Exposición		Valor p	Exposición		Valor p
	Mayor	Menor			Mayor	
500	11,28	9,59	<0,001	10,34	8,23	<0,001
1000	10,55	8,69	<0,001	9,86	6,84	<0,001
2000	8,34	6,71	<0,001	7,88	5,90	<0,001
3000	8,65	5,87	<0,001	8,09	5,43	<0,001
4000	9,17	6,55	<0,001	10,02	7,00	<0,001
6000	13,51	13,16	0,569	13,17	11,72	0,014
8000	10,22	8,60	0,009	9,86	8,16	0,002

Prueba t para comparación de medias. Fuente. Bases de datos Hospital Fontibón 2010

Para los síntomas neuropsicológicos se encontró relación con la jornada mañana RP: 1,65 (IC95 %: 1,18-2,33; p=0,004), el identificar al tráfico terrestre como fuente generadora de ruido RP: 1,98 (IC95 %:1,39-2,84; p<0,001) y el llevar más de 5 años estudiando en la misma institución RP: 0,66 (IC95 %:0,47-0,93; p=0,018).

Tabla 3. RP obtenidos en análisis multivariado para los síntomas evaluados

Evento	Variable independiente	RP (IC 95%)	Valor p
Acufenos	Exposición (>65dB)	2,80 (1,69-4,66)	<0,001
Otalgia	Sexo (masculino)	0,52(0,30-0,88)	0,015
	Edad (>14 años)	0,49(0,29-0,83)	0,009
Irritabilidad	Identificar la actividad industrial como fuente generadora de ruido	2,75(1,32-5,74)	0,007
Ansiedad	Antecedentes familiares (hipoacusia)	4,15(1,06-16,67)	0,040
	Fuma (sí)	32,50(2,67-395,91)	0,006
Cefalea	Sexo (masculino)	0,047(0,32-0,69)	<0,001
	Jornada (mañana)	1,49(1,03-2,17)	0,034
	Realiza alguna actividad laboral	18,83(2,99-118,63)	0,002
Susto/ sobresalto	Identificar la actividad industrial como fuente generadora de ruido	5,42(1,37-21,52)	0,016
	Permanecer en el barrio de residencia (>12 h/día)	9,66(2,13-43,87)	0,003
Menor rendimiento	Exposición (>65dB)	0,38(0,18-0,82)	0,014
	Identificar las discotecas/bares como fuente generadora de ruido	2,41(1,04-5,60)	0,041
Agotamiento físico	Consumo de medicamentos	4,90(1,03-23,39)	0,046
Insomnio	Antecedentes familiares (hipoacusia)	5,82(1,37-24,70)	0,017
	Años de residencia en la zona (>2 años)	0,13(0,02-0,67)	0,015

Fuente. Proyecto Especial Ruido-Hospital Fontibón 2010

La dificultad para conciliar el sueño se asocia con la condición de mayor exposición RP: 3,25 (IC95 %:2,26-4,65; p<0,001), el sentir que el ruido les afecta RP: 1,79 (IC95 %:1,25-2,57; p=0,001) y el frecuentar discotecas RP: 2,94 (IC95 %:1,78-4,87; p<0,001). Los estudiantes que perciben ruido en el entorno, coinciden en identificar con mayor frecuencia el ruido del tráfico aéreo RP: 2,37 (IC95 %:1,55-3,64; p<0,001) y el de tráfico terrestre RP: 2,23 (IC95 %:1,45-3,41; p<0,001). No se encontró relación entre las variables estudiadas y vértigo.

DISCUSIÓN

La prevalencia de hipoacusia encontrada del 14,8 % en estudiantes entre los 10 y 17 años, es similar a la reportada por el tercer estudio de Vigilancia Nacional de exámenes de salud y nutrición, del CDC (*Center for Disease Control and Prevention*) 2001, en el que se estima que 12-15 % de los niños en edad escolar tienen algún déficit en la audición atribuidos a la exposición por ruido en uno o ambos oídos (7). Los diagnósticos según grado de severidad muestran que en el grupo menos expuesto son leves en su totalidad, mientras que en el grupo de mayor exposición se presentan casos con mayor grado de severidad de hipoacusia (moderado, moderado severo, en 1 %), estos tres casos corresponden a un niño y dos niñas de 13, 14 y 15 años respectivamente, con los mismos años de residir en la localidad. Para los dos grupos el diagnóstico más frecuente

es hipoacusia leve lo que se puede asociar a fatiga auditiva, la cual puede ser de carácter transitorio.

Estudios realizados en Escandinavia y Francia evidencian problemas de audición en el 12 % de los jóvenes, en Alemania y China es del 10 % y 14 % respectivamente, para algún grado de pérdida de la audición inducida por ruido por exposición en tiempo de ocio o por uso de dispositivos personales para escuchar (8). En la muestra de Fontibón fue posible establecer que el 56,3 % de los estudiantes usan dispositivos personales, la frecuencia de uso fue similar en los grupos más y menos expuestos; el 16,2 % de los que los usan presentan algún grado de hipoacusia, mientras que en los que no los usan la prevalencia es de 13 % ($p=0,279$). La frecuencia de los otros hábitos que se indagaron en la encuesta (uso de motocicleta y frequentar discotecas) también fue similar en ambos grupos con respecto a la hipoacusia ($p=0,131$ y $p=0,324$ respectivamente), esto puede ser debido a que los jóvenes no perciben los altos niveles de presión sonora de la música como dañinos para su salud (9).

La prevalencia de hipoacusia encontrada en este estudio, difiere de lo hallado por Londoño (3), donde según el índice Larsen (Agrupado en categorías I, II y III que mostraban una perdida mayor de 25 dB en el umbral auditivo al menos en un oído, en una o más bandas de frecuencia y que denota la presencia de hipoacusia) en la población escolar expuesta ($>65\text{dB}$) la prevalencia de hipoacusia fue de 35,6 %, mientras que para los no expuestos ($<65\text{dB}$) fue de 21,3 %. En los resultados para los estudiantes de Fontibón la prevalencia para los clasificados como expuestos fue de 12,7 % y para los no expuestos de 10 %. Debe tenerse en cuenta que el análisis tuvo en cuenta la recomendación de calificación recomendada por la ANSI para población pediátrica. Los niveles promedio del umbral auditivo en las frecuencias evaluadas (500, 1 000, 2 000, 3 000, 4 000, 6 000 y 8 000 Hz) para los dos oídos, son mayores en los estudiantes del colegio más expuesto con diferencia significativa en todas las frecuencias excepto la de 6000 Hz, lo que sugiere la necesidad de estudios adicionales sobre este tema; resultado que fue similar al reportado por Londoño (3) en 2003.

En cuanto a los tiempos de exposición al ruido ambiental para estudiantes, el promedio fue mayor en la institución de mayor exposición, pero no se asoció de manera significativa con la presencia de hipoacusia. La prevalencia de hipoacusia fue mayor en los estudiantes que asisten a la jornada de la mañana ($p=0,001$), pero no fue posible asociar este hallazgo con diferencias en la

exposición a fuentes fijas o móviles. La exposición se asoció con el reporte de acufenos y vértigo siendo más frecuente en los estudiantes más expuestos. El síntoma neuropsicológico reportado con mayor frecuencia por los estudiantes, fue cefalea seguida de irritabilidad sin que hubiera diferencia significativa por condición de exposición. Esta percepción es similar a lo reportado por adolescentes encuestados en Madrid, quienes reportaron sentir cefalea, malestar, enojo y susto cuando los sorprende el ruido repentinamente(9).

En cuanto a la percepción del ruido, los expuestos reportan molestia ($p>0,05$) y dificultad para conciliar el sueño ($p<0,001$) con mayor frecuencia. Según una publicación sobre “Cuantificación del peso de la enfermedad ambiental por ruido”, el 2 % de los europeos sufre severas alteraciones del sueño y el 15 % sufre de severa inconformidad por ruido ambiental (emitido de fuentes como tráfico rodado, trenes y aeronaves). (10). La fuente generadora más reportada por el grupo de mayor exposición fue el tráfico aéreo mientras que en el de menor exposición fue el tráfico terrestre, estos reportes se ven asociados con la ubicación de las instituciones. En un informe realizado por la Universidad de los Andes sobre la contaminación auditiva en Bogotá, se concluye que las fuentes vehiculares son responsables en gran parte de las emisiones de ruido, incluyendo la actividad aeroportuaria (11).

En Medellín, las principales fuentes de ruido reportadas son el tráfico de vehículos (87 %) y el pregoneo de las ventas ambulantes (37 %); el 67 % de los encuestados reportó sentir molestia por causa del ruido urbano escuchado; adicionalmente, en 15 de los 16 puntos evaluados (94 %) se superan los 65 dB(A), límite máximo para zona residencial (12). En nuestro estudio el 25 % de los estudiantes siempre siente molestia por el ruido durante el desarrollo de sus actividades. En las mediciones de ruido ambiental realizadas en el perímetro de las instituciones educativas se encontró que en el colegio más expuesto se sobrepasa la Resolución 627 de 2006 en 7 de 8 mediciones (87,5 %) en promedio y en el colegio menos expuesto en 1 de 8 mediciones (12,5 %). En Extremadura (España), se identificó que la fuente externa más molesta (56 %) es el tráfico de motos y la interna (25 %) las voces de los vecinos, tanto de día como de noche (13). Para la comunidad de la Localidad Fontibón no se evaluó este tipo de fuentes generadoras de ruido, por la ubicación de los colegios, las fuentes identificadas principalmente son tráfico aéreo (34,4 %) y tráfico terrestre (34,1 %).

Las mediciones de ruido realizadas por la Unidad Móvil de Ruido de la Secretaría Distrital de Ambiente, muestran relación en el aumento

de los niveles de presión sonora en el área de medición y la presencia de estudiantes en los dos colegios. En una revisión realizada(14), se encontró que en colegios los niveles más altos de ruido se presentan en los corredores durante los descansos (60-95 dB), seguido del salón de profesores, tal como se encontró en los colegios evaluados, en donde los niveles más altos fueron los reportados en los pasillos. El ruido del colegio más expuesto excede la normatividad de 65 dB para la zona de tranquilidad según la resolución, mientras que en el colegio menos expuesto, no se observa excedencia de ésta; para las dos instituciones se encuentra sobrepasso de la recomendación de la OMS de 55 dB; por otra parte, en las mediciones del colegio más expuesto se presentan niveles de presión sonora más altos que en el menos expuesto, aunque no con la amplitud que se denota en el mapa de ruido ambiental.

Se concluye que si bien los resultados encontrados no permiten establecer una asociación directa entre la exposición y la presencia de hipoacusia evidenciada en la población estudio, si se observó diferencia significativa entre los umbrales auditivos de los estudiantes respecto a la condición de exposición, lo cual podría sugerir alguna asociación con los niveles de ruido a los que son expuestos, ya que como se confirmó con las mediciones realizadas el colegio más expuesto se encuentra en una zona de altos niveles de presión sonora por lo que es relevante continuar la vigilancia de los grupos de mayor vulnerabilidad como niños y jóvenes y promover hábitos protectores, con el fin de prevenir la pérdida de la capacidad auditiva.

También es necesario indagar otros aspectos no evaluados en este estudio como los efectos no auditivos asociados a la exposición de ruido ambiental, problemas en el aprendizaje, efectos psicológicos y de comportamiento, además de profundizar en la percepción que tiene la población con respecto este riesgo ■

REFERENCIAS

1. Organización Mundial de la Salud. Guía para Ruido Urbano1999.[Internet]. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvscie/fulltext/ruido/ruido2.pdf>. Consultado Mayo 2011.
2. Contraloría de Bogotá. Informe sobre el Estado de los Recursos Naturales y el Medio Ambiente en el Distrito Capital. 2006.
3. Londoño JL. Efectos del Ruido del Aeropuerto El Dorado en una población escolar de la localidad de Fontibón. 2003.
4. Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá - Universidad INCCA de Colombia. Mapas de ruido de la Localidad Fontibón. 2008.
5. Ministerio De Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Resolución 0627 de 7 de abril de 2006.
6. Ministerio de la protección Social. Guía de Atención Integral de la Hipoacusia NeurosensorialInducida por Ruido. GATI_HNIR, Bogotá. 2007.

7. Chepesiuk R. Decibell Hell, the effect of living in a noisy world. *Environmental Health Perspectives*. 2005; 113(1): A35-A41.
8. Harrison RV. Noise induced hearing loss in children: A “less than silent” environmental danger: *Paediatr Child Health* 2008, 13(5): 377 - 382.
9. Ayuntamiento de Madrid. Área de Gobierno de Medio Ambiente. Estudio de percepción del ruido de los adolescentes del municipio de Madrid, España 2006.
10. Mead MN. The sound behind health effects. *Noise Pollution*. *Environmental Health Perspectives* 2007; 115 (1):A536-A537.
11. Pacheco J, Franco J, y Behrentz E. Universidad de los Andes, Grupo SUR. Caracterización de los niveles de contaminación auditiva en Bogotá: Estudio piloto. *Revista de Ingeniería Universidad de los Andes*. 2009; 30: 72-80.
12. Ortega M, y Cardona JM. Metodología para evaluación del ruido ambiental urbano en la ciudad de Medellín. *RevFacNac Salud Pública julio-diciembre 2005*; 23 (2): 70-77.
13. Barrigón JM, Vilchez R, Gómez V, Méndez JA, Tejeiro C, et al. Análisis de una encuesta sobre ruido urbano en Extremadura. *TecniAcústica*, Número especial Congreso Peninsular 2001; 32.
14. Paunovic K. Noise and children's health: Research in Central, Eastern and South-Eastern Europe and Newly Independent States. *Noise and Health* 2012; 15 (62); 32-41.