

**UNIVERSIDAD METROPOLITANA
ESCUELA GRADUADA DE ASUNTOS AMBIENTALES
SAN JUAN, PUERTO RICO**

**INTENSIDAD DE RUIDO A LA QUE SE EXPONEN LOS MAESTROS EN UNA
ESCUELA SUPERIOR DE LA REGIÓN CENTRAL DE PUERTO RICO Y SU
PERCEPCIÓN AL RESPECTO**

Requisito parcial para la obtención del
grado de Maestría en Ciencias en Gerencia Ambiental
en Manejo y Evaluación de Riesgo Ambiental

Por
Antonia López Rivera

3 de marzo de 2009

DEDICATORIA

*A Isabel Taís,
mi razón para continuar
aún cuando parezca imposible.*

AGRADECIMIENTOS

Deseo agradecer, en primer lugar a Dios, por darme las fuerzas para seguir adelante a pesar de los inconvenientes.

Agradezco en forma especial a mi mentor, el Dr. Neftalí García por su apoyo incondicional y la ayuda brindada por los miembros de mi comité de tesis; la Dra. Marisol Vincenty y el Sr. José Alicea. Agradezco además, la asesoría del Dr. Jorge Rocafort.

Finalmente, tengo un especial agradecimiento a mi esposo, el Ing. Gilberto Cubero, por el apoyo profesional brindado en la realización de esta investigación, además de su paciencia y comprensión durante las largas horas de trabajo que dediqué a este proyecto, y su incondicional apoyo personal. Gracias por no permitir que me rindiera.

A todas aquellas personas que de alguna u otra manera me brindaron su ayuda en la realización de esta investigación y que escapan a mi memoria, saben que, al igual que todas las personas mencionadas anteriormente, tienen mi eterno agradecimiento.

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE TABLAS.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE APÉNDICES.....	x
LISTA DE SÍMBOLOS ABREVIACIONES.....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	1
Trasfondo del problema	1
Problema de estudio.....	4
Justificación del estudio.....	6
Pregunta de Investigación.....	8
Metas y Objetivos.....	8
CAPÍTULO II: REVISIÓN DE LITERATURA.....	9
Trasfondo histórico.....	9
Marco conceptual.....	13
El sonido.....	13
Cómo se propaga.....	14
Cómo se mide.....	14
El sonómetro.....	15
¿Cómo percibimos el sonido?.....	16
El ruido y sus efectos en la salud del ser humano.....	16
Ruido ocupacional.....	21
Control del ruido.....	22
Acústica en el ambiente educativo.....	23
Estudios de casos.....	24
Marco Legal.....	29
Leyes Federales.....	29
Leyes Estatales.....	30
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....	34
Área de estudio.....	34
Diseño metodológico.....	35
Fase 1: Intensidad de ruido.....	35
Fase 2: Percepción del problema.....	37
Población y muestra.....	37
Procedimiento de reclutamiento y consentimiento informado.....	38
Dispositivos de confidencialidad.....	39
Riesgos y beneficios potenciales de la investigación para los participantes.....	39
Criterios de inclusión y exclusión.....	40
Validación y descripción del instrumento.....	40

Fase 3: Análisis de Datos.....	41
Fase 4: Alternativas de mitigación.....	42
CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSION.....	43
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	54
Conclusiones.....	54
Limitaciones del estudio	55
Recomendaciones.....	55
LITERATURA CITADA.....	58

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Niveles de emisiones de ruido del Reglamento para el Control de Ruido de la Junta de Calidad Ambiental	64
Tabla 2. Intensidades de ruido recomendados en la Guía para el Ruido Comunitario de la Organización Mundial de la Salud	65
Tabla 3. Exposiciones permisibles a ruido según la Norma de Exposición al Ruido Ocupacional	66
Tabla 4. Definiciones de ruido ofrecidas por los maestros encuestados	67
Tabla 5. Sugerencias ofrecidas por los maestros para controlar el ruido	68
Tabla 6. Resumen de resultados del monitoreo de ruido.....	69
Tabla 7. Lecturas mínimas y máximas en cada piso.....	70

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Escuela superior de la región central de Puerto Rico y sus alrededores.....	71
Figura 2.	Primer piso de la escuela.....	72
Figura 3.	Segundo y tercer piso de la escuela.....	73
Figura 4.	Cuarto piso de la escuela	74
Figura 5.	Monitoreo de ruido salón 317 con estudiantes	75
Figura 6.	Monitoreo de ruido salón 317 sin estudiantes.....	76
Figura 7.	Monitoreo de ruido salón 216 con estudiantes.....	77
Figura 8.	Monitoreo de ruido salón 216 sin estudiantes.....	78
Figura 9.	Monitoreo de ruido salón 101A con estudiantes.....	79
Figura 10.	Monitoreo de ruido salón 101A sin estudiantes.....	80
Figura 11.	Monitoreo de ruido salón 402 con estudiantes.....	81
Figura 12.	Monitoreo de ruido salón 402 sin estudiantes.....	82
Figura 13.	Participación	83
Figura 14.	Piso en que ha trabajado durante el último año.....	84
Figura 15.	Considera que hay un problema de ruido en la escuela	85
Figura 16.	Magnitud del problema de ruido	86
Figura 17.	Grado de molestia que le causa el problema de ruido en la escuela	87
Figura 18.	Momento del día en que percibe mayor ruido	88
Figura 19.	Piso donde percibe mayor ruido	89
Figura 20.	Principal fuente de ruido	90
Figura 21.	Percibe ruido en su salón cuando no tiene estudiantes	91
Figura 22.	¿De dónde proviene el ruido?	92

Figura 23. Puede escuchar el tránsito en su salón	93
Figura 24. Puede escuchar el zumbido de las lámparas en su salón.....	94
Figura 25. ¿Cómo considera su salón?.....	95
Figura 26. Considera el ambiente de su salón apropiado	96
Figura 27. Cree que el ruido pudiera tener efectos nocivos a la salud	97
Figura 28. Síntomas presentados durante el últimos año y su frecuencia	98
Figura 29. Ha notado mejoría de los síntomas durante vacaciones y fines de semana.....	99
Figura 30. Factores externos que pudieran estar influyendo en los síntomas presentados.....	100
Figura 31. Resultados monitoreo en el exterior de la escuela por JCA.....	101

LISTA DE APÉNDICES

Apéndice 1. Cuestionario	103
Apéndice 2. Aprobación cuestionario por el IRB	107
Apéndice 3. Autorización del Departamento de Educación	109
Apéndice 4. Hoja de anotaciones para el análisis sobre la intensidad de ruido.....	112
Apéndice 5. Glosario de términos	114
Apéndice 6. Niveles de emisiones de ruido según el Reglamento para el Control de Ruido de la JCA.....	118
Apéndice 7. Guía para el ruido comunitario de la OMS Fact Sheet No. 258.....	120
Apéndice 8. Exposiciones permisibles a ruido Norma de Exposición al Ruido Ocupacional 4 OSH 1910.95.....	122

LISTA DE SÍMBOLOS Y ABREVIACIONES

JCA	Junta de Calidad Ambiental
CICAR	Comité Interagencial y Ciudadano Ante el Ruido
PR OSHA	Administración de Seguridad y Salud Ocupacional de Puerto Rico
NIOSH	Instituto Nacional para la Seguridad Ocupacional
OMS	Organización Mundial de la Salud
dB(A)	Decibeles en escala de medición A
ASA	Sociedad Americana de Acústica
ASHA	Asociación Americana del Habla, Lenguaje y Audición
cps	Ciclos por segundo
Hz	Hertz
EPA	Agencia Federal de Protección Ambiental
IRB	Junta Institucional de Revisión

RESUMEN

Esta investigación evaluó la intensidad de sonido a la cual se exponen los maestros de una escuela de la región central de Puerto Rico y determinó la percepción de éstos sobre su ambiente acústico laboral. Para esto, medimos la intensidad de sonido en el interior de los salones seleccionados y administramos un cuestionario al 66% de los maestros que cumplían con los criterios de inclusión. En el monitoreo de ruido encontramos niveles sobre los recomendados por la OMS entre otras agencias relacionadas. Por otro lado, los resultados del cuestionario indicaron que los maestros entienden que existe un problema grave de ruido en la escuela, e identificaron a los problemas de voz como el síntoma relacionado a la exposición al ruido experimentado de forma más frecuente durante el pasado año. Señalaron además tener mejorías durante sus vacaciones y fines de semana. Concluimos entonces, que existe un grave problema de ruido en esta escuela, el cual, aunque no representa un riesgo de pérdida de audición, si pudiera afectar la salud de los maestros, más allá de afectarles su voz. Consultamos con un experto en arquitectura y acústica, quien luego de realizar un recorrido por la escuela determinó que la misma presenta el peor escenario para un centro educativo debido a su estructura, evidente reverberación y falta de tratamientos acústicos. Recomendamos a corto plazo, implantar un plan intensivo de educación sobre el ruido, rotulación en los pasillos para exhortar a mantener el silencio e instalar materiales absorbentes de ruido. Como medida a largo plazo, proponemos hacer de ésta una escuela modelo al crear e implantar un programa piloto de control de ruido con el auspicio del gobierno municipal.

ABSTRACT

This study evaluated the sound levels at which the teachers of a school located in the central region of Puerto Rico are exposed to, and also to determine the teachers' perception of their acoustic environment at work. Using a sonometer, the sound levels were recorded in the interior of selected classrooms. Also, a survey was conducted to the 66% of the teachers that met the inclusion criteria. From the sound monitoring we found noise levels over the World Health Organization's recommendations for the interior of a classroom during class. On the other hand, from the survey we can say that the teachers of this school are aware of the noise problem, and voice problems was identified as the most frequent noise exposure related symptom experienced among them during the last year. Although, they felt better during vacations and weekends. From all this, we can conclude that this school has a very severe noise problem but does not represent an audition loss risk, it might be affecting the teachers' health, more than just some voice problems. An acoustic architect was consulted, and after an in-site evaluation, he determined that this school is the worst scenario for the teaching-learning process because of the design of the structure; evident reverberation and lack of noise absorbent surfaces were some of the observations. We recommend implementing an intensive educational plan about noise, the installation of "Silence" signs in the halls, stairs and other sensitive areas, and the installation of noise absorbent materials inside and outside the classrooms. As long-term recommendations we propose the creation and implementation of a pilot noise control program as a model for other schools with similar situations, in coordination with the municipal government.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Trasfondo del problema

Existen numerosas formas de contaminación del ambiente, siendo el ruido una de ellas. La contaminación por ruido, o contaminación acústica como también se le conoce, es un problema mundial con el cual la humanidad ha tenido que lidiar desde los inicios de las civilizaciones. Sin embargo, la contaminación acústica es característica de las sociedades industriales modernas. Debido al aumento poblacional así como al desarrollo y uso de maquinaria y tecnologías que han llevado a nuestra sociedad al nivel de progreso y modernismo del cual disfrutamos hoy, este contaminante invisible ha ido en incremento (Baron, 1973). Como un agravante tenemos, que la tendencia de esta situación es a continuar en aumento, por lo que las generaciones futuras podrían experimentar la degradación de su ambiente social y su calidad de vida.

Aunque el ruido es considerado oficialmente como un problema ambiental, existe la percepción generalizada de que éste es solo un problema de orden público (JCA, 2006). Esta apreciación equivocada podría deberse a la escasa investigación, documentación y orientación realizada en Puerto Rico sobre este asunto. Según el Sr. José Alicea Pou (comunicación personal, 8 octubre, 2007), Director del Área de Control de Ruidos de la Junta de Calidad Ambiental, previo al año 2003, la información en manos de esta agencia consistía en perfiles municipales de intensidad de ruido. Expuso además que se ha realizado muy poca investigación en este campo debido a las limitaciones tecnológicas de la agencia.

En el año 2003 se creó el Comité Interagencial y Ciudadano Ante el Ruido (CICAR), el cual en el 2004 aprueba un plan para realizar y promover investigaciones científicas locales. Según explicó Alicea Pou, el acuerdo, que fue firmado en el 2005, inicia un abarcador proyecto de investigación sobre la contaminación por ruido en Puerto Rico a una magnitud nunca antes alcanzada .

La manera más simple de definir el ruido es cualquier sonido no deseado. Ésta es una definición subjetiva ya que, lo que no es deseado para unos pudiera serlo para otros. Sin embargo, dependiendo del lugar en el cual se produce el ruido, se utilizan otros términos. Por ejemplo; el ruido ambiental se refiere a aquel que podemos percibir en nuestro entorno (JCA, 2006). Este tipo de ruido proviene de los medios de transportación, sonidos amplificados provenientes de equipos, tales como radios y televisores, así como distintos tipos de maquinaria y las actividades de construcción (JCA), entre otros. Todos éstos considerados indispensables para la vida moderna y la industria.

Si hacemos referencia a la exposición al ruido en el lugar de trabajo se utiliza el término ruido ocupacional. El ruido ocupacional es aquel que se genera en los lugares de trabajo y que puede afectar a los empleados expuestos (Grebennikov, 2006; JCA, 2006). Si comparamos el efecto nocivo del ruido ocupacional con el ambiental, existe una mayor probabilidad de que el primero cause algún efecto adverso en las personas. Esto se debe a que el ruido ocupacional es constante, inevitable en muchos casos, soportado a diario y por mucho tiempo (Goines & Hagler, 2007; Grebennikov, 2006). Generalmente, este tipo de ruido es asociado a trabajos relacionados a la construcción y la industria en general.

La Administración de Seguridad y Salud Ocupacional de Puerto Rico (PR OSHA, por sus siglas en inglés) es la entidad gubernamental que posee jurisdicción sobre el ruido ocupacional. Esta entidad está adscrita al Departamento del Trabajo y Recursos

Humanos. PR OSHA tiene como encomienda proteger la audición de los empleados del ruido ocupacional cuando el patrono los expone a una intensidad de ruido mayor a los límites de exposición permisibles establecidos en las normas de ruido (Chepesiuk, 2005; JCA, 2006).

Tanto el Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH, por sus siglas en inglés) como la Organización Mundial de la Salud (OMS), y PR OSHA consideran peligrosos los ruidos ocupacionales que excedan los 85 dBA en un día normal de trabajo de 8 horas. Según NIOSH y OMS alrededor de 30 millones de trabajadores en los Estados Unidos están diariamente expuestos a una intensidad peligrosa de ruido en sus lugares de trabajo (Chepesiuk, 2005; Dooley, 2005).

Al igual que las otras formas de contaminación, se ha comprobado, y es por todos conocido, que el ruido constituye un peligro real para la salud. En 1971 la OMS concluyó que el ruido es una amenaza para el bienestar humano. La realidad es que, aún cuando parecemos adaptarnos al ruido, el oído nunca se cierra por lo que el cuerpo reacciona a éste y se afecta, muchas veces sin percatarnos (Goines & Hagler, 2007; Olaoson & Egbewale, 2007).

Existen lugares que las personas entienden es normal que sean ruidosos, pero realmente no lo es. Las escuelas, por ejemplo, a pesar de ser lugares en los cuales el silencio y la calma son imprescindibles para el éxito del proceso enseñanza – aprendizaje, son asociadas comúnmente al ruido. La Sociedad Americana de Acústica (ASA, por sus siglas en inglés) publicó en el año 2002 el “American National Standard: Acoustical Performance Criteria, Design Requirements, and Guidelines for Schools” – ANSI S12.60-2002. En el documento antes mencionado se presentan guías y recomendaciones para aislar los ruidos ambientales que deben ser considerados en el diseño y construcción de las escuelas. Según el Sr. Alicea, (comunicación personal, 8 octubre, 2007) de la JCA, este documento está en poder del Departamento de

Educación de Puerto Rico. Sin embargo, el Ing. Edwin Moreno de la Autoridad de Edificios Públicos, (comunicación personal, 17 octubre, 2007) asegura que éste documento no ha sido implantado en el diseño y construcción de las escuelas del país.

La mayoría de los estudios publicados sobre los efectos del ruido en el ambiente escolar están dirigidos a identificar los efectos en el desempeño académico y la salud en los niños (Grebennikov, 2006). No obstante, se ha encontrado que la exposición al ruido representa también un problema para los maestros (Choi & Mc Pherson, 2005; Grebennikov, 2006). Algunos estudios relacionan la exposición al ruido con la modificación de las actividades de enseñanza, la disminución de productividad, así como con el ausentismo en maestros (Goines & Hagler, 2007; Roy et al., 2003, 2004a, 2004b). Incluso, estudios recientes han demostrado que los maestros comprenden uno de los grupos que se encuentran más expuestos a desarrollar disfonías (Choi & Mc Pherson, 2005; Roy et al., 2004a; Szabo, Hammarberg, Granqvist & Söderten, 2003). Entre las variables relacionadas a esta situación se destaca el ruido, el cual ha sido identificado como causa de uso excesivo de la voz entre los docentes (Petter, Barros & Fischer, 2006). Sin embargo, éste no es un tema ampliamente investigado.

Problema de estudio

Según lo establecido en el Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido, la JCA considera a las escuelas dentro de la Zona I (Residencial). La intensidad de ruido emitido durante el día en la Zona I no debe exceder los 60 dBA medidos en el exterior (ver Tabla 1). Por su parte, PR OSHA establece que para una jornada de trabajo de 6 horas, la intensidad de ruido no debe exceder los 92 dBA. Por otro lado, las recomendaciones de la OMS (2001) establecen 35 dB LAeq como la intensidad máxima de ruido en el interior de una sala de clases (ver Tabla 2).

Sin embargo, la Asociación Americana del Habla, Lenguaje y Audición (ASHA, por sus siglas en inglés) señala que un salón típico en las escuelas de los Estados Unidos, presenta niveles de ruido ambiental entre los 41 y 51 dBA. Estudios realizados reportan niveles entre 32 y 67 dBA (Knetcht et al., 2002; Crandell & Bess, 1986). Incluso, estudios sobre las condiciones acústicas en salones ocupados y desocupados revelan ambientes con niveles excesivos de ruido y reverberación (Finitzo-Hieber & Tillman, 1978). En el caso de Puerto Rico, unos estudios realizados en la década del 1980 por la JCA en los alrededores y el interior de diferentes escuelas en los Municipios de Bayamón, Río Piedras y Dorado se midieron intensidades de ruido entre los 62 y 75 dBA en sus alrededores. En el interior de las salas de clase la intensidad de ruido varió entre los 57 y 80 dBA, siendo 72 dBA el promedio de las intensidades medidas. Estos valores también sobrepasan los recomendados por la OMS y la JCA.

Las escuelas públicas de la isla, en particular las más antiguas, han sido diseñadas en su mayoría con una estructura cerrada y de reverberación, similar al de una prisión. Las filas de salones están ubicadas una frente a la otra y separadas por un pasillo cerrado hacia el cual abren las puertas de todos los salones. En el interior de los salones se escuchan tanto los ruidos producidos dentro de éstos, como los de la escuela y sus alrededores. Como es lógico, las escuelas localizadas en áreas urbanas, son más vulnerables a los ruidos externos (Choi & Mc Pherson, 2005) que las localizadas en áreas rurales. La escuela seleccionada para esta investigación es un ejemplo perfecto de lo descrito anteriormente.

La estructura física de esta escuela consiste de cuatro pisos de salones y oficinas distribuidos alrededor de un jardín central. Cuenta además con una cancha bajo techo anexa al edificio principal, así como un salón comedor. El estacionamiento de la facultad y administración se encuentra localizado a un extremo del edificio principal, al

lado contrario de la cancha y el comedor. Los pasillos por los cuales transitan de forma constante los estudiantes y empleados se encuentran en el interior de la estructura.

La escuela está rodeada por una calle secundaria, la cual conecta con una avenida. En esta transitada avenida, se encuentran una variedad de comercios, muchos de los cuales tienen su entrada trasera frente a la escuela. Cerca de la escuela se encuentra un Cuartel de la Policía Estatal y una Estación de Bomberos, así como otras escuelas e instituciones educativas postsecundarias. La figura 1 provee una idea de la ubicación de la escuela (ver Apéndice 2).

Por otro lado, resulta interesante destacar que el magisterio se encuentra entre los grupos de empleados que están expuestos a ruidos por largos periodos de tiempo sin darle seguimiento. Esto se debe a que, a pesar de que existen unas normas federales sobre la exposición ocupacional al ruido, éstas están dirigidas a la industria general (4 OSH 1910.95) y a la industria de la construcción (10 OSH 1910.52). En el caso de las escuelas, les aplica el reglamento de industria general (4 OSH 1910.95), y solo son evaluados los niveles de ruido cuando se presenta una querrela por parte de algún empleado de la escuela.

Ante la situación antes descrita, y la particular situación de esta escuela, se ha considerado el ruido como un contaminante al cual se pudieran estar exponiendo de forma inadvertida los maestros que allí laboran y que pudiera estar influyendo en la salud de éstos. Este estudio va dirigido a investigar a este grupo de profesionales en riesgo, para analizar y evaluar si la intensidad del ruido al que están expuestos pudiera tener algún efecto sobre su salud.

Justificación del estudio

Se han publicado numerosos estudios dirigidos a determinar los efectos del ruido en el ambiente escolar sobre el aprendizaje de los niños. En éstos se ha

comprobado que aún niveles moderados de ruido y pobre acústica pueden dificultar el proceso enseñanza-aprendizaje (Goines & Hagler, 2007; Grebennikov, 2006; Choi & McPherson, 2005; Roy et al., 2003, 2004a, 2004b). Sin embargo, son muy escasos aquellos dirigidos a estudiar el nivel de ruido real al que se exponen los maestros en el salón de clases y la percepción de éstos al respecto. Debido a la insuficiencia de datos en el ámbito local sobre este particular, este estudio resulta necesario e importante, ya que nos permite evaluar la situación a la luz de otros estudios similares además del efecto del diseño de la estructura. Cuando se conocen los factores de riesgo, éstos pueden ser corregidos.

Entendemos que no todas las escuelas de Puerto Rico fueron construidas de la misma forma y sus estructuras son variadas, así como el ambiente en su alrededor e interior. Aún así, ante la ausencia de investigaciones anteriores, si los resultados obtenidos en esta investigación están por encima de los estándares establecidos por la JCA, OSHA y la OMS, se sienta un precedente para la realización de más investigaciones a nivel isla. Éstas pudieran arrojar luz en cuanto al establecimiento de medidas correctivas que se ajusten a la realidad de cada escuela, lo que ayudaría a facilitar el proceso enseñanza-aprendizaje, tanto para los maestros como para los estudiantes y garantizar un ambiente laboral acústico saludable.

De la misma manera, esta investigación pudiera ser utilizada por las agencias de salud y seguridad ocupacional ya que podrá proveer información que puedan utilizar como punto de partida para estudiar y manejar el problema en otras escuelas, utilizando programas de educación y prevención. Así, los maestros serían concientes de las consecuencias del ruido en la salud, cómo protegerse y cómo contribuir a mantener un ambiente de trabajo más seguro. Más aún, sería el inicio de trabajos que podrían resultar en una regulación de exposición al ruido específica para las escuelas, ya que

éstas se incluyen en la regulación para industrial general, aún cuando no son industrias. También pudiera ejercer influencias que resultaran en la re-clasificación de las escuelas dentro del reglamento de ruido de la JCA.

Preguntas de Investigación

1. ¿Se exponen los maestros de esta escuela a niveles sonoros sobre los recomendados?
2. ¿Están concientes los maestros de esta escuela de la realidad acústica de su lugar de trabajo y de los efectos del ruido en la salud?

Metas y Objetivos

Determinar si los maestros de esta escuela se exponen a una intensidad sonora por encima de la recomendada y la percepción de éstos de su ambiente laboral acústico.

En la investigación se persiguen los siguientes objetivos:

1. Determinar la intensidad del sonido en los salones para evaluar los efectos potenciales a la salud de los maestros que ésta pudiera ocasionar.
2. Determinar la percepción de los maestros sobre el sonido al cual están expuestos y de sus efectos en la salud para establecer el nivel de conciencia de éstos en este asunto.
3. Evaluar alternativas de mitigación para el control del ruido en la escuela.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

Trasfondo histórico

Para las personas que habitamos este planeta, el ruido no es una novedad. Más bien, es una característica del mundo moderno, con la cual estamos acostumbrados a vivir. Muchos son los que apenas lo perciben y muchos más aún los que piensan que es inevitable. Nos resulta imposible imaginar cualquier ciudad en silencio; sin el estruendo de las máquinas que nos ayudan a construir edificios donde vivir y trabajar, a crear más carreteras para que aún más automóviles transiten por ellas, dejando tras ellos la evidencia sonora de su paso. Tampoco imaginamos la ciudad sin la algarabía de las personas, que expresan sus emociones a viva voz, con música, pirotecnia o cualquier artefacto ruidoso.

En realidad, no estamos equivocados. El ruido no es algo nuevo, ni para esta generación ni para la humanidad en general. Los romanos tuvieron que lidiar con la contaminación acústica cuando todavía no se conocía este término. La principal autoridad en la reducción del ruido en los Estados Unidos, Robert A. Baron (1973), en su libro titulado “La tiranía del ruido”, nos explica cómo Julio César trató sin éxito de prohibir los carros que transitaban durante el día por las calles de la antigua Roma. Al notar que durante la noche el ruido que producían las ruedas sobre las calles no les permitía conciliar el sueño, tuvo que desistir en la prohibición del uso diurno de los carros. La diferencia radica en que en aquella época, los ruidos eran menos intensos y menos frecuentes, además de afectar a menos personas.

El tiempo transcurre y el hombre continúa produciendo nuevos ruidos en lugar de reducirlos. Con la Revolución Industrial el problema del ruido aumentó, ya que trajo

consigo las fábricas donde se crean artefactos para hacernos la vida más fácil y cómoda, pero también mucho más ruidosa. Autos, aviones, así como electrodomésticos de todo tipo, invaden nuestra vida en sociedad colaborando con el incremento del ruido.

Ya en la década de 1970 Baron (1973), líder de una de las principales organizaciones anti-ruido de los Estados Unidos, trata el tema del ruido como una situación alarmante la cual no solo afecta a las grandes ciudades, sino también a los pueblos pequeños. Esto evidencia la magnitud del problema en los tiempos modernos. El ruido se ha desplazado a todos los rincones. Es por esto que huir al campo ya no soluciona nada; no hay escapatoria. Esto se debe a que las fuentes de ruido no son solo máquinas industriales, sino también radios, televisores, acondicionadores de aire, extractores, taladros y un sin número de artefactos que utilizamos a diario.

Puerto Rico ejemplifica en su historia lo que ha acontecido a nivel mundial. Imaginamos a nuestros antecesores taínos viviendo tranquilos en la calma de la selva Borincana, sin más ruidos que los sonidos del correr del agua en los ríos y el cantar de las aves y el coquí. Seguramente el ruido más intenso lo produciría la celebración del areyto donde cantaban, bailaban y tocaban sus rústicos instrumentos. Aunque probablemente estas actividades sociales producían ruidos, sin duda éstos vivían en un panorama mucho más silencioso que la realidad en la que vivimos hoy.

Con la llegada de los conquistadores españoles a la isla comienza una etapa muy diferente en nuestra historia, la cual permanece sin muchos cambios por varios siglos. El aumento paulatino de la población durante ese tiempo sin duda permitió que el problema del ruido continuara intensificándose en Puerto Rico. Como nos dice Barón (1973) en su libro, y cito: “el mero hacinamiento está acercando más los ruidos al hombre”, se cierra la cita. El factor población evidentemente es uno de los que ejerce mayor influencia en este problema; el otro lo es la economía. Durante el siglo XX en

Puerto Rico se magnificaron ambas áreas de una forma impresionante, y por consiguiente, el ruido.

Como nos explican Cruz, Guilbe & López (2002) en su libro titulado “Vive la geografía de nuestro Puerto Rico”, durante el siglo XX la economía de la isla experimentó importantes cambios. Las actividades económicas primarias, como la agricultura, caracterizaron las primeras décadas del siglo. A mediados de siglo las actividades secundarias como las industrias, dominaron y se expandieron por toda la isla. Las actividades terciarias como el comercio y los servicios, comenzaron su dominio de nuestra economía durante la última década del siglo y continúa al día de hoy. De la misma manera, la población de la isla aumentó dramáticamente durante este siglo, en especial en el periodo de la posguerra (1945-1965, luego de la Segunda Guerra Mundial). Este periodo fue denominado como el “baby boom” debido a la alta tasa de natalidad experimentada.

Las actividades agrícolas dominaron nuestra economía hasta la primera mitad del siglo XX. Durante ese periodo hubo cierto tipo de actividad industrial en la producción del azúcar y el tabaco, la manufactura de tejidos también conocida como la industria de la aguja, y la elaboración y reparación de piezas y maquinaria agrícola. No es hasta la década de 1940 que comenzó la transición a una economía de tecnología industrial, coincidiendo con el aumento poblacional del “baby boom”. De esta manera, las máquinas que ya habían comenzado a invadir la tranquilidad de nuestra isla, van a apoderarse de nuestros espacios sin dejar un rincón en silencio.

Francisco Scarano (2001) nos relata en su libro titulado “Puerto Rico: Una historia contemporánea”, que como parte del programa “Operación Manos a la Obra” y con la Ley de Incentivos Industriales de 1947, la Compañía de Fomento Económico atrajo a la isla decenas de fábricas norteamericanas. Las mismas fabricaban productos químicos y petroquímicos, maquinaria, productos electrónicos y de metal, entre otros.

Estas fábricas se establecieron por toda la isla, muchas de ellas agrupadas formando los llamados parques industriales. De esta manera causaron concentración de la población en sus cercanías.

A finales de la década de 1970 y principios de la década de 1980 Puerto Rico comienza a perder atractivo para las empresas norteamericanas. Es entonces que, con una enmienda al Código de Rentas Internas Federal, se sustituye la sección 931 de este código por la sección 936, la cual les ofrecía unos nuevos beneficios financieros. Son las industrias farmacéuticas las más atraídas por esta oferta, localizándose por toda la isla.

Como consecuencia de todas estas transformaciones económicas y demográficas, el país fue urbanizándose durante este siglo. La mayor transformación urbana comenzó durante la última década del siglo XX, la cual continúa hasta el presente. Según Cruz et al. (2002), la industria de la construcción en Puerto Rico experimenta un crecimiento significativo a partir de 1980, debido no solo a la construcción de viviendas y centros comerciales en el sector privado, sino también a los mega proyectos de infraestructura del gobierno.

Vemos entonces cómo el urbanismo ha ido creciendo en nuestra isla trayendo consigo al ruido. La percepción general es que el ruido es sólo un problema que causa conflictos entre vecinos y nada más. Según la JCA, en el año 2005 se radicaron ante esta agencia tan solo 584 querellas por ruido. El 62% de éstas fueron radicadas en la Oficina de San Juan. Considerando que el área de San Juan es la más urbanizada y la de mayor densidad poblacional en la isla, esperaríamos un mayor número de querellas. Es importante destacar que las dos mayores fuentes de ruido que propiciaron estas querellas fueron las plantas generatrices de electricidad y diferentes tipos de maquinaria tales como compresores, taladros, bombas de agua, pulidoras y otras herramientas de talleres.

Lo más preocupante es que, aunque el Área de Control de Ruidos de la JCA existe desde finales de la década de 1970, no es hasta hace solo varios años, que en Puerto Rico se considera el ruido como un problema ambiental serio y se trata de hacer algo al respecto. Como habíamos mencionado, en el año 2003 se creó CICAR, el cual en el 2004 aprueba un plan a través de un acuerdo, que fue firmado en el 2005, para iniciar un abarcador proyecto de investigación sobre la contaminación por ruido en Puerto Rico.

Sin embargo, a pesar de contaminación sonora se ha apoderado evidentemente de todo nuestro entorno, las escuelas son lugares poco investigados en este aspecto.

Marco conceptual

No todo sonido es ruido, pero un ruido es, en definitiva, sonido. Pedro Mateo Floria (1999) en su libro titulado “La prevención del ruido en la empresa”, define el término sonido como, y cito: “las variaciones de presión sobre la presión atmosférica que se producen como consecuencia de una vibración mecánica y se propagan en un medio elástico, pudiendo ser detectadas por un receptor; como el oído humano” (p. 38), se cierra la cita. La diferencia entre ruido y sonido es, entonces, una subjetiva. Una de las definiciones más simples de ruido se refiere a esa subjetividad; cualquier sonido no deseado. Sin embargo, según profundizamos en el tema, vemos que la característica más importante del ruido es su efecto destructor.

El sonido

Cuando hablamos de sonido es importante conocer sus propiedades físicas como la manera en que se produce y propaga, así como la forma en que se mide su intensidad. A este aspecto dedicaremos los siguientes párrafos.

Cómo se propaga

El sonido puede ser propagado por cualquier medio: agua, aire o tierra. El más común es el aire. El sonido es producido por vibraciones de la fuente emisora. Las moléculas de aire se comprimen y se expanden alternativamente produciendo una onda, identificada como onda sonora. La distancia entre dos compresiones se conoce como la longitud de onda. Ésta es determinada por la velocidad de la onda y la frecuencia (longitud de onda = velocidad de onda / frecuencia). La frecuencia de la onda es el número de vibraciones o ciclos que pasan por un punto durante una unidad de tiempo, y depende de varios factores tales como: la rapidez con la que cada partícula perturbe a la partícula adyacente, del medio en que se propague, así como de la elasticidad y la temperatura. La frecuencia es expresada en ciclos por segundo (cps) o hertz (Hz), siendo $1\text{Hz} = 1\text{ cps}$.

Cómo se mide

La intensidad de un sonido es definido como el flujo de energía por unidad de área. Ésta se mide por lo general en decibelios, así nombrados en honor a Alexander Graham Bell, inventor del teléfono y quien realizó trabajos sobre la sordera. Como nos explican Powell & Forrest (1988), Berland (1973) y Baron (1973) en sus respectivos libros sobre el ruido, el decibelio no es una unidad de medida constante como el centímetro o la pulgada, sino que es una escala logarítmica. La razón para esto nos la explica Baron, y cito: “tan sensible es el oído humano que puede percibir una amplia gama de presiones de sonido con un espectro de muchos millones de unidades de presión. Esta gama ha sido comprimida a una escala más manejable de 0 a 140 decibelios” (p. 43), se cierra la cita. Otra razón para esto, continúa más adelante, es y cito: “el oído percibe diferencias de intensidad de sonido logarítmicamente” (p.43), se cierra la cita. Una característica importante del sistema de decibelios es que, aunque

éste comienza en 0 decibelios, ese valor no representa la ausencia de sonido, sino el sonido menos intenso que puede percibir el oído humano.

Los decibelios se miden con una escala del nivel de sonido. Aunque existen varias escalas, la de uso común es la escala de ponderación A ya que es la más que se aproxima a lo que el oído humano percibe. Los decibelios en esta escala se escriben dBA.

Organizaciones como el Instituto Nacional de la Sordera y otros Desordenes de Comunicación, la Agencia Federal de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés) y la “Noise Pollution Clearing House” han presentado las intensidades de sonidos con los que lidiamos a diario, tales como:

Actividad	dBA
Habitación silenciosa	28-33
Refrigerador	40-43
Radio a volumen bajo	45-50
Conversación normal	60-65
Secador manual de pelo	59-60
Reloj despertador	60-80
Motocicleta promedio	90
Concierto de rock	140

El sonómetro

Las intensidades de los sonidos antes presentados fueron determinadas utilizando un sonómetro. El sonómetro es el instrumento utilizado para medir la intensidad del sonido. En realidad, éstos lo que miden es la presión sonora con unas escalas de frecuencia estandarizadas y consisten de un micrófono, un amplificador,

circuitos electrónicos que miden el sonido, un medidor que registra la información, y una pantalla donde se despliega la información.

¿Cómo percibimos el sonido?

Aunque el ser humano necesita de instrumentos tecnológicos para medir la presión sonora, cuenta con el mejor 'instrumento' para percibir el sonido: el oído. Gracias a este complejo órgano podemos escuchar. El oído se divide en tres partes principales: el oído externo, el oído medio y el oído interno. La oreja o aurícula y el canal auditivo externo componen el oído externo. El oído medio comprende la membrana timpánica y tres huesecillos: el martillo, el yunque y el estribo. El oído interno consiste de tres partes: el vestíbulo, los conductos semicirculares y el caracol o cóclea.

Las ondas sonoras son captadas por el pabellón auditivo, de allí pasa al conducto auditivo externo y choca contra la membrana timpánica haciéndola vibrar. El martillo, que se encuentra unido al tímpano, junto al yunque y al estribo, transmiten el sonido al oído interno y lo modifica (lo amplifica o lo disminuye) para protegerlo. Cuando el estribo oscila contra una abertura que tiene el caracol llamada ventana oval, el sonido es transmitido al líquido que se encuentra en el interior de éste. Al hacerlo, envía ondas sonoras a través de este líquido, moviendo unas cilias microscópicas, las cuales crean señales bioeléctricas. Éstas son enviadas al cerebro a través del hueso del cráneo (Baron, 1973; Berland, 1973).

El ruido y sus efectos en la salud del ser humano

La salud es generalmente definida como la ausencia de enfermedades. Sin embargo, la OMS (2001) define en su constitución el concepto salud como un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o

enfermedades. Esta definición implica la necesidad de prevención de las enfermedades y condiciones en lugar de esperar a padecerlas para tratarlas.

Al igual que las otras formas de contaminación, la contaminación acústica tiene una amplia gama de efectos adversos en el aspecto social, económico y a la salud. Más allá de la subjetividad implicada en la definición de ruido presentada anteriormente, cuando un sonido es tan intenso que afecta el oído humano, se convierte en dañino o peligroso. La forma más conocida en que el ruido afecta la salud de los seres humanos es la sordera. Sin embargo, existe evidencia (Goines & Hagler, 2007; Chang, Su, Lin, Jain & Chan, 2007; Chepesiuk, 2005; Lusk & Hagerty, 2004; Kujala et al., 2004; Jónsdóttir et al., 2002) de las múltiples reacciones negativas que sufre el cuerpo humano al ser expuesto a ruido. Estas reacciones varían entre los individuos y pueden ser desde fisiológicas, psicológicas o una combinación de ambas. El peligro de esto yace en que estas reacciones son acumulativas y pudieran ser adjudicadas a otras causas.

En la década de 1970 ya se comienza a relacionar el ruido con condiciones cardíacas como hipertensión arterial (Gerd Jansen, s. f. Citado en Baron, 1973) y con altos niveles de colesterol (Samuel Rosen, 1966 citado en Baron, 1973). Se le identifica además como uno de los varios factores que incrementan el riesgo de sufrir un infarto cardíaco (Baron, 1973).

Más recientemente, la OMS (1999) ha documentado siete categorías de efectos adversos a la salud que provoca la contaminación acústica en los seres humanos, las cuales discutimos a continuación.

1. Deficiencia auditiva

Los impedimentos auditivos son típicamente definidos como un aumento en el umbral de audición según evaluado clínicamente por audiometría. Existe consenso general en que la exposición por más de ocho horas a intensidades de ruido en exceso de 85 dB es potencialmente peligroso. La mayor causa de pérdida de

audición es la exposición ocupacional, aunque otras fuentes de ruido, particularmente el ruido recreativo, puede producir pérdidas significativas. Los impedimentos auditivos pueden incluir además, percepción anormal de intensidad de sonido, distorsión y tinnitus. El tinnitus puede ser temporal o permanente. Los resultados eventuales de la pérdida de audición son: soledad, depresión, dificultad en la discriminación del lenguaje hablado, dificultad en la ejecución en el trabajo o la escuela, oportunidades de trabajo limitadas y sentimiento de aislamiento.

2. Interferencia en percepción del habla

Este es identificado por la OMS como el principal efecto del ruido en las escuelas. La contaminación acústica interfiere con la habilidad para comprender el lenguaje hablado normal y puede causar diferentes impedimentos y cambios del comportamiento. Estos incluyen problemas para concentrarse, fatiga, incertidumbre, disminución en la capacidad laboral y problemas en las relaciones interpersonales.

3. Trastornos del sueño

El ruido ambiental es una de las principales causas de los disturbios del sueño. Es conocido que un ruido continuo en exceso de 30 dB interrumpe el sueño. Además de los variados efectos que tiene en el sueño como tal, la exposición a ruido mientras se duerme causa un aumento en la presión arterial, aumento en el ritmo cardíaco, aumento en la amplitud de pulso, vasoconstricción, cambios en la respiración, arritmias cardíacas y aumento en los movimientos corporales. Cuando la interrupción del sueño se vuelve crónica, los resultados son cambios de humor provocados por el cansancio y la irritabilidad, disminución en nivel de ejecución, y otros efectos a largo plazo en la salud y el bienestar.

4. Disturbios cardiovasculares

Estos efectos comienzan a observarse con la exposición crónica a intensidades de ruido en exceso de 65 dB o con la exposición aguda a ruidos sobre los 85 dB. El

ruido puede desencadenar respuestas tanto del sistema nervioso como del endocrino. El ritmo cardiaco aumenta, así como la resistencia periferal, la presión de la sangre, su viscosidad y los niveles de lípidos. Ocurren también cambios en los electrolitos y aumentan los niveles de epinefrina, norepinefrina y cortisol. Estas reacciones pueden afectar el sistema cardiovascular, lo que convierte al ruido en un factor de riesgo para enfermedades cardiovasculares.

5. *Disturbios de salud mental*

La contaminación acústica no causa enfermedades mentales. Sin embargo, se asume que acelera e intensifica el desarrollo de desordenes mentales latentes. Niveles de ruido sobre los 80 dB son asociados tanto con el aumento de comportamiento agresivo como la disminución de un comportamiento beneficioso a los demás.

6. *Dificultades en el rendimiento*

Los efectos de la contaminación acústica en la ejecución de tareas cognitivas ha sido muy estudiada. El ruido dificulta la ejecución de tareas escolares y de trabajo, aumenta las equivocaciones y disminuye la motivación. El desarrollo cognitivo se dificulta cuando los hogares y las escuelas se encuentran cerca de fuentes de ruido como las carreteras y los aeropuertos.

7. *Comportamiento antisocial y reacciones molestas*

Los efectos del ruido en el comportamiento son complejos, sutiles e indirectos. Estos efectos incluyen cambios en el comportamiento diario y en su comportamiento social. La exposición al ruido como tal no se cree que produzca comportamiento agresivo. Sin embargo, en combinación con la provocación, coraje pre-existente, alcohol u otros agentes , el ruido puede desencadenar un comportamiento agresivo.

Estas siete categorías establecidas por la OMS son apoyadas por las evidencias recopiladas en las diferentes investigaciones realizadas sobre el tema. Ciertamente, la

exposición excesiva al ruido está asociada a la pérdida de audición, hipertensión arterial y enfermedades cardíacas, altos niveles de tensión, ansiedad, irritabilidad, depresión y fatiga (Chang, Su, Lin, Jain & Chan, 2007; Schell, 2007; Grebennikov, 2006; Chepesiuk, 2005; Kujala et al., 2004; Lusk & Hagerty, 2004). La tensión, por su parte, ha sido asociada a un número de condiciones como el asma, desordenes digestivos, condiciones cardíacas, migraña, dolores de pecho y espalda (Grebennikov, 2006; Kujala et al., Olaoson & Egbewale, 2007). En el ambiente de trabajo, el ruido ha sido asociado a pérdida de la audición y problemas de productividad (Chepesiuk, 2005; Goines & Hagler, 2007; Kujala et al., 2004; Pawlaczyk-Luszczynska, 2003).

Además de todos los efectos del ruido en el ser humano antes discutidos, Seoanez (1995) y Tolosa (2003) presentan otras perturbaciones funcionales ocasionadas por el ruido, entre las cuales podemos mencionar:

- Modificación del tono muscular, reducción del control muscular, aumento del tono muscular y ausencia de relajación aún en reposo
- Alteraciones del aparato digestivo: trastornos gastro-intestinales, úlceras gastro-duodenales
- Modificaciones en el metabolismo
- Alteraciones del sistema endocrino
- Perturbaciones del órgano del equilibrio: vértigo, náuseas, vómitos
- Alteraciones de la función visual: acortamiento del campo visual, disminución de la movilidad del ojo, alteración de la visión, de los relieves, contornos y colores
- Efectos sobre el feto en mujeres embarazadas

Sin embargo, un aspecto muy poco discutido es el efecto del ruido en la voz. Los profesionales de la voz, como los maestros, cantantes, locutores, entre otros, están expuestos a padecer condiciones vocales, debido a la naturaleza de su trabajo. Dentro

de este grupo, el magisterio ha sido identificado como una de las profesiones más expuestas a padecer este tipo de condiciones debido no solo a su continuo uso de la voz, sino también a las condiciones ambientales en las que trabajan (Niebudek-Bogusz, Kotylo & Sliwinska-Kowalska, 2007; Roy et al., 2004a, 2004b; Roy et al., 2003; Roy et al., 2002; Jónsdóttir et al., 2002; Morton & Watson, 1998). Los investigadores han demostrado que las pobres condiciones acústicas y el ruido ambiental dificulta la comunicación en los salones, por lo que los maestros tienden a aumentar su intensidad de voz. Varias investigaciones realizadas en diferentes países del mundo han identificado al ruido como uno de los principales factores que contribuyen a una alta prevalencia de condiciones vocales entre los maestros (Hernández, Morales & Pérez, 2007; Hunter, 2007; Petter, Barros & Fischer, 2006; Preciado, Pérez, Calzada & Preciado, 2005a; Preciado, Pérez, Calzada & Preciado, 2005b; Salas, Centeno, Landa, Amaya & Benítez, 2004; Sala et al., 2002; Preciado, 2000) .

Por otro lado, Baron (1973) señala de forma clara la gravedad de este asunto cuando expresa, y cito: “el ruido más peligroso es aquel (...) al que nos hemos acostumbrado” (p.73), se cierra la cita. Éste hace clara referencia a que incluso en intensidades moderadas, el ruido causa respuestas sistemáticas en todo el organismo. La razón para esto es que la adaptación, como señala Berland (1973) ocurre en la mente y no a nivel fisiológico. El oído nunca se cierra por lo que el cuerpo reacciona a éste y se afecta, muchas veces sin percatarnos (Adelayo & Egbewale, 2007; Goines & Hagler, 2007), como cuando dormimos.

Ruido ocupacional

A pesar de que las personas tenemos la habilidad de adaptarnos al ruido moderado que nos rodea, es muy probable que nos exponamos a otras fuentes de ruido mucho más intensas. Como señala Berland (1973), y cito: “la ocupación que uno

tenga puede ser la experiencia más ruidosa del día” (p. 72), se cierra la cita. Ese pudiera ser el caso de los trabajadores de la construcción, de diferentes tipos de industria, músicos y maestros. En el ambiente de trabajo, el ruido ha sido asociado a pérdida de la audición y problemas de productividad (Chepesiuk, 2005; Goines & Hagler, 2007; Kujala et al., 2004; Pawlaczyk-Luszczynska, 2003).

Control del ruido

En la mayoría de los casos, resulta mucho más fácil y efectivo controlar el ruido desde la fase de diseño, ya sea una máquina o una estructura. Esto se debe a que el primer paso para resolver un problema de ruido es eliminarlo desde su fuente. Sin embargo, muchas veces este aspecto es pasado por alto, por lo que una vez percibimos un ruido excesivo, las únicas opciones que nos restan son bloquear las ondas sonoras después de generadas o separar el oído del receptor y la energía acústica de alguna manera (Baron, 1973).

En el caso de edificios que no han sido diseñados para aislar el ruido exterior y controlar el interior, como es el caso de las escuelas en Puerto Rico, se hace necesario implantar medidas de control de ruido. Estas medidas muchas veces incluyen el uso de materiales acústicos. Éstos pueden ser utilizados para encerrar el ruido de fuentes específicas, recubrir paredes y techos o barreras. Como explica Pomales (2002) en su tesis sobre ruido vehicular, los materiales y estructuras acústicas tienen la propiedad de absorber una parte sustancial de la energía de las ondas sonoras que chocan contra su superficie, de tal manera que contrarrestan los efectos no deseados de reflexión del sonido.

Según Pomales (2002), y coincidiendo con lo expresado por Baron (1973) los ingenieros acústicos agrupan las técnicas para controlar el ruido en tres categorías: el control de la fuente, control de propagación y el control del receptor.

La primera categoría debe ser considerada en la fase de diseño. La segunda, representa cambios a los elementos circundantes cuando la fase de diseño no incluyó la primera categoría. De las tres categorías, la que pudiera representar un mayor costo económico es el control del receptor, ya que envuelve medidas como el aislamiento acústico de edificios y medidas de protección personal.

Como explica la OMS en su Guía para el Ruido Urbano, para el manejo de ruidos se requiere de un marco legal, que generalmente son las normas nacionales. Estas consideran la relación dosis-respuesta para los efectos del ruido sobre la salud humana. Otros componentes de un plan de manejo de ruidos incluyen el monitoreo de las intensidades de ruido, la elaboración de mapas y modelos de exposición al ruido, enfoques para el control del ruido, tales como medidas de mitigación y prevención, y una evaluación de las opciones de control.

Acústica en el ambiente educativo

La intensidad de ruido y la reverberación (persistencia de un sonido luego de que la fuente se ha detenido) en los salones de clases deberían ser unas en las que el lenguaje producido por los maestros, estudiantes y otras personas sea inteligible. Desafortunadamente, esa no es la realidad en muchas escuelas. Según la Asociación Americana del Habla, Lenguaje y Audición (ASHA, por sus siglas en inglés) (2005), estudios de las condiciones acústicas de salones de clases desocupados y ocupados, revelan de forma consistente ambientes escolares con intensidades de ruido y reverberación excesivas.

Según nos explica la ASHA en su reporte técnico de la acústica en el ambiente educativo (2005), la mayoría de los ruidos en los salones de clases han sido identificados como provenientes de fuera del edificio entrando a través de paredes y

ventanas, sistemas de aire acondicionado, ventilación y calefacción (HVAC) y dentro del salón de clases por computadoras y los estudiantes.

En el 2002 la ANSI aprobó el Estándar S12.60-2002, "Acoustical Performance Criteria, Design Requirements, and Guidelines for Schools", proveyendo a las personas envueltas en la planificación, renovación y construcción de las escuelas de una valiosa y confiable guía para la creación de ambientes escolares acústicamente apropiados.

Estudios de casos

En años recientes investigadores en diferentes países se han interesado en los maestros como un grupo poco estudiado de profesionales en riesgo. Se han publicado estudios realizados con el propósito de evaluar la exposición de los maestros al ruido. Los resultados de estos estudios dan base a esta investigación.

Caso #1: Australia

Grebennikov (2006) en su estudio realizado en 14 centros pre-escolares de Sydney Occidental en Australia, examinó la exposición al ruido de la sala de clase al que se exponían 25 maestras. El propósito de esta investigación era determinar si este grupo de profesionales estaba siendo expuesto a intensidades de ruido cercanas a los 85 dBA; la máxima intensidad permitida por la legislación australiana de salud y seguridad ocupacional.

Todas las participantes eran féminas con una edad promedio de 42.7 años. Éstas promediaban unos 13.9 años de experiencia como maestras de centros pre-escolares. El ruido fue monitoreado usando un sonómetro personal de alta calidad. El periodo monitoreado fue de seis horas en un solo día de trabajo normal. Por esta razón, se proyectó la estimación de intensidad de ruido a ocho horas, asumiendo que las dos horas restantes fueron silenciosas. No se utilizó grupo control debido a que el objetivo

era identificar el estatus de una variable particular (exposición al ruido) en una muestra sencilla. Las maestras monitoreadas también llenaron un cuestionario relacionado al ruido en su salón.

Grebennikov encontró que 10 de las 25 maestras participantes estuvieron expuestas a ruidos sobre la intensidad aceptable bajo los estándares australianos. Los valores más altos fluctuaron entre los 85 y 86.1 dBA. En total, 23 maestras estuvieron expuestas a intensidades sobre los 75 dBA. Las medidas más altas fueron registradas cuando un grupo grande de niños se encontraba reunido en un área pequeña jugando o peleando. Las maestras identificaron como las mayores fuentes de ruido a:

- Niños confinados en una área cerrada debido al mal tiempo (20.8%)
- Poco espacio (16.6%)
- Pisos, muebles y juguetes resonantes (12.5%)
- Estudiantes inquietos (12.5%)
- Ruidos del exterior, tales como el tráfico (10.4%)
- Estudiantes con problemas de conducta (8.3%)
- Actividades ruidosas en el interior (8.3%)
- Acondicionadores de aire (8.3%)
- Alarmas (2.1%)

En este caso, existen situaciones limitantes como el hecho de que no se incluyeron varones entre los individuos que componían la muestra estudiada. De la misma manera, los resultados solo hacen referencia a maestras del nivel pre-escolar, dejando la interrogante de si en otros niveles el resultado sería el mismo.

Caso #2: Hong Kong

Choi & Mc Pherson (2005) estudiaron los niveles de ruido y sus implicaciones en un estudio realizado en 11 escuelas primarias públicas de Hong Kong, de un total de 30

que fueron invitadas a participar. Se evaluaron 47 salones de clases seleccionados al azar. El estudio consistió en dos partes: la recopilación de información descriptiva sobre el ambiente y tratamientos acústicos de los salones, la cual fue obtenida a través de observaciones y entrevistas; y las medidas de la intensidad de ruido en los salones.

Los resultados revelaron que todos los salones excedieron la intensidad máxima recomendada para un salón de clases de 50 dBA, con una intensidad promedio de 60.74 dBA. La razón lenguaje-ruido tanto de los estudiantes como de los maestros no alcanzaron la recomendación de +15 dB.

Como parte de la discusión de sus resultados, Choi y Mc Pherson resaltan la posible contribución del ruido en el desarrollo de problemas de voz entre los maestros, ya que tienen que aumentar la intensidad para competir con el ruido presente en el salón, de manera que los estudiantes puedan escucharlos. Todos los maestros que participaron del estudio tuvieron niveles de lenguaje sobre los 65 dBA que es el nivel de una conversación normal. Destacan además, que no es poco común en las escuelas de Hong Kong que los salones exhiban modificaciones acústicas inadecuadas para la reducción del ruido.

Esta investigación presenta una importante limitación ya que los resultados de las medidas de intensidad de ruido fueron tomadas en salones ocupados. Por tanto, no se puede establecer si el ruido al que están expuestos los maestros en estas escuelas provienen de fuentes externas o es producido en el interior de los salones, ya que los salones no fueron monitoreados desocupados.

Caso #3: Estados Unidos de América

En la investigación realizada por Lusk & Hagerty (2004) un total de 62 trabajadores de una planta de ensamblaje de automóviles voluntariamente contestaron cuestionarios y fueron monitoreados con un dosímetro y un monitor de presión arterial

portátil. El propósito de esta investigación era determinar el efecto que produce el ruido en la presión arterial y el ritmo cardiaco de las personas. Los participantes eran empleados de la compañía durante los últimos cinco años y no tomaban medicamentos para la hipertensión.

Los investigadores tomaron el pulso y la presión arterial inicial a los participantes y se recopiló información sobre su condición física – peso, estatura, índice de masa corporal – en un cuestionario, con el propósito de crear un perfil. Haciendo uso del dosímetro personal y del monitor de presión arterial portátil, se determinó la intensidad del ruido al cual están expuestos los trabajadores y se registró su presión arterial.

Según los datos obtenidos, el ruido al cual fueron expuestos los participantes varió entre los 40.7 y 145.2 dBA. Luego de analizar los resultados obtenidos en el monitor de presión arterial y comprarlos con los resultados de los dosímetros, los investigadores señalan una relación positiva entre la presión sistólica y diastólica, así como el ritmo cardiaco, y la exposición al ruido.

Los tres casos

El hecho de que estas investigaciones fueran realizadas en diferentes países pone de manifiesto la preocupación general que existe por las condiciones en que laboran los trabajadores, en especial los más expuestos a ruido, y cómo estas condiciones pudieran estar afectando su salud.

Al analizar estos estudios podemos señalar que:

1. Aunque los datos presentados son sobre maestros del nivel pre-escolar y primario, presentan la posibilidad de que maestros de otros niveles estén de igual manera expuestos a una alta intensidad de ruido en sus salas de clase.

2. Aún cuando los maestros pudieran estar expuestos a ruidos de menor intensidad que al que se exponen los trabajadores de la planta de ensamblaje de autos, éstos pudieran padecer, a menor escala, los mismos efectos nocivos a su salud cardiaca que presentaron los trabajadores.
3. Se establece una relación entre la exposición al ruido y sus efectos en el sistema cardiaco.

Todo lo antes mencionado en relación a los casos estudiados sustenta la necesidad de evaluar la posible relación entre la intensidad de ruido a la que se exponen los maestros y los potenciales efectos adversos a su salud.

En Puerto Rico

En cuanto a la realización de estudios en Puerto Rico sobre el ruido en áreas escolares, María de los Ángeles Dávila (2000) menciona en su tesis unos estudios realizados por la JCA en los alrededores y el interior de diferentes escuelas del área metropolitana. Aunque no menciona el año, según Dávila, la mencionada agencia realizó un muestreo de niveles de ruido en los Municipios de Bayamón, Río Piedras y Dorado. En las tres escuelas monitoreadas se midieron intensidades de ruido entre los 62 y 75 dBA en sus alrededores, superando así la intensidad recomendada por la JCA 60 dBA. Por otro lado, en el interior de las salas de clase la intensidad de ruido monitoreado varió entre los 57 y 80 dBA, siendo 72 dBA el promedio de las intensidades medidas. Estos valores también sobrepasa de forma considerable los 35 dbA recomendados por la OMS para el interior de una sala de clases.

Menciona además Dávila (2000) que, los estudios realizados por el Área de Control de Ruido de la JCA concluyen que el ruido generado tanto en el interior como el

exterior de los planteles impide el desarrollo normal de las clases impartidas, convirtiéndose así en un obstáculo para el proceso enseñanza - aprendizaje.

Sin embargo, Dávila (2000) no especifica los detalles de estos estudios realizados por la JCA. Se desconoce pues, si los mismos se limitaron a monitorear la intensidad de ruido sin considerar factores como: estructura del plantel, el funcionamiento de acondicionadores de aire y abanicos o tratamientos acústicos. Tampoco conocemos si el estudio abarcó los efectos fisiológicos, psicológicos o cognoscitivos que estos ruidos tienen en los estudiantes y los maestros.

Marco legal

A pesar de que la contaminación acústica en Puerto Rico es un tema poco discutido y al que no se le atribuye mucha importancia, existe una variedad de leyes y reglamentos dirigidos al control de los ruidos. Desde hace varias décadas, la legislación tanto a nivel estatal como federal, provee herramientas para permitir a los ciudadanos el disfrute del ambiente laboral, social y familiar sin ruidos que le perturben.

Leyes federales

Ley Federal para el Control de Ruido de 1972

La Ley Federal para el Control de Ruido de 1972 o "Noise Control Act" designó a la EPA la determinación de los límites de ruido para proteger la salud y el bienestar de los ciudadanos, así como el establecimiento de una oficina para el control de ruido. El Congreso de los Estados Unidos de América creó entonces la Oficina para el Control y la Reducción del Ruido (ONAC, por sus siglas en inglés), así como estándares federales para los negocios, industrias y comunidades, a la vez que comienza a investigar los efectos de la exposición al ruido. Sin embargo, a principios de la década de 1980, la administración del Presidente Reagan eliminó esta oficina. Ante dicha

situación, y el entendimiento de la EPA de que sería más efectivo si cada jurisdicción desarrolla e implanta sus propias políticas públicas, el manejo y control de la contaminación acústica pasa a ser prerrogativa de los estados y territorios. A pesar de esto esta ley continúa vigente.

Norma de Exposición al Ruido Ocupacional 4 OSH 1910.95

Los maestros, al igual que todos los trabajadores, se encuentran protegidos por la Norma de Exposición al Ruido Ocupacional 4 OSH 1910.95. Esta norma, promulgada al amparo de la Ley Federal de Seguridad y Salud Ocupacional de 1970, establece las intensidades de ruido permisibles de acuerdo al tiempo de exposición. Establece también esta norma, los requisitos con los que el patrono de la industria general tiene que cumplir si expone a sus empleados a ruido ocupacional en su lugar de trabajo.

Debido a la naturaleza de su trabajo, los maestros no pueden ser ubicados bajo la clasificación de industria general ni la de construcción. Aún así, para efectos del análisis, si los ubicáramos bajo industria general, al tener un periodo laboral de 7 horas, la intensidad de ruido permisible sería de 90 a 92 dBA (ver Tabla 3). Cuando un empleado está expuesto a una intensidad de ruido mayor a la permisible, el patrono deberá administrar un programa de conservación de la vías auditivas y establecer controles de ingeniería o administrativos.

Leyes estatales

Las leyes estatales para el control de ruido en la isla datan de varias décadas anteriores a la ley federal.

La Ley Núm. 131 del 9 de agosto de 1995

La Ley Núm. 71 del 26 de abril de 1940, Ley de Delitos Contra la Paz Pública, promueve el control del ruido y el orden público al prohibir los ruidos innecesarios, exceptuando las ambulancias, carros bomba y campanas de iglesias. Esta ley es enmendada por la Ley Núm. 131 del 9 de agosto de 1995, a fin de establecer una nueva definición de ruidos innecesarios y aumentar las penalidades. La Sección 2 del Artículo 2 de dicha ley establece como ruido innecesario “todo sonido fuerte, perturbante, intenso y frecuente que , a la luz de la totalidad de las circunstancias, resulte intolerable, afectando la tranquilidad y el pacífico vivir”.

Ley Núm. 416 del 22 de septiembre del 2004

En Puerto Rico, el problema del ruido no es considerado como contaminación ambiental hasta la aprobación de la Ley Núm. 9 del 18 de junio de 1970, Ley de Política Pública Ambiental, ahora Ley Núm. 416 del 22 de septiembre del 2004. Esta ley faculta a la JCA para establecer las normas y reglamentos necesarios para el control, disminución o eliminación de sonidos nocivos a la salud y el bienestar público, tomando en consideración los derechos constitucionales. Además, deroga la Ley Núm. 25 del 24 de abril de 2001, conocida como la Ley de Prohibición de Ruidos, así como la Ley Núm. 160 del 3 de julio de 2003, conocida como Día para la Concienciación sobre el Ruido en el Estado Libre Asociado de Puerto Rico.

Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruidos

A la luz de la ley Núm. 9, en el año 1978 es aprobado por la JCA el Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruidos. Este reglamento, el cual tuvo su última enmienda el 24 de febrero de 1987, constituye “la principal y más importante herramienta reguladora para el control, mitigación y manejo del ruido ambiental en

Puerto Rico” (JCA, 2005). Actualmente la JCA se encuentra evaluando posibles nuevas enmiendas al reglamento.

En el Artículo 3 de dicho reglamento se establece la prohibición de ruidos como bocinas, sirenas, altoparlantes exteriores, vehículos de recolección de desperdicios, maquinaria, abanicos, acondicionadores de aire, alarmas, entre varios otros, por considerarlos contaminantes excesivos, perturbantes y estridentes. De la misma manera, en el Artículo 4 se establecen los niveles de emisiones de ruido en las tres zonas identificadas por el reglamento. Para la Zona I – Residencial, en la cual se incluyen las escuelas, se establece en 60 dBA durante el día y 50 dBA durante la noche los niveles máximos de emisiones de ruido, cuando la fuente emisora de ruido es la Zona I (ver Tabla 1). Cuando la fuente emisora es la Zona II – Comercial o la Zona III – Industrial, el nivel máximo es 65 dBA.

Ley Núm. 91 del 20 de agosto del 1997

Por otro lado, la Ley Núm. 91 del 1997, Ley de Zonas Escolares (antes Ley Núm. 84 del 13 de julio de 1988), establece que las actividades que produzcan humo, gases, ruido, vibraciones y otros análogos están prohibidas dentro de los 200 metros radiales de la escuela. Esto en obvia protección de la salud y seguridad de los maestros y estudiantes, así como el garantizar el ambiente escolar adecuado.

Constitución del Estado Libre Asociado de Puerto Rico del 25 de julio de 1952

La Constitución de Puerto Rico establece en el Artículo 2, Sección 16 de su Carta de Derechos del ciudadano, que cada empleado tiene el derecho de estar protegido contra riesgos a su salud o persona en su trabajo o empleo. Por tanto, la seguridad ocupacional se reconoce como un derecho constitucional en este país.

Ley Núm. 281 de 19 de diciembre de 2002

La Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo de Puerto Rico fue promulgada originalmente en 1975. Dicha ley sufrió enmiendas en el 1977, 1991 y 2002. Esta última enmienda continúa vigente en la actualidad. El propósito de esta ley es garantizar condiciones de trabajo seguras y saludables a cada empleado, autorizando al Secretario del Trabajo a prescribir y poner en vigor las normas, reglas y reglamentos de seguridad y salud desarrolladas o adaptadas bajo dicha ley. También tiene el propósito de asistir a los patronos y empleados en sus esfuerzos por garantizar condiciones de trabajo seguras y saludables. Los maestros están cobijados por esta ley, ya que la Sección 4 explica claramente que ésta aplica a todo trabajo realizado en cualquier sitio de empleo en el Estado Libre Asociado de Puerto Rico.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

El ruido es un contaminante que causa variados efectos en la salud humana. La severidad de éstos dependen de la intensidad del ruido al que estemos expuestos. Ya sea en nuestro trabajo o en nuestro hogar, siempre estamos expuestos al ruido y sus efectos. Existen regulaciones sobre el control del ruido ambiental y la intensidad de ruido ocupacional a la cual se exponen a diario los trabajadores. Sin embargo, la intensidad de ruido a la cual están expuestos los maestros no ha sido ampliamente evaluada en Puerto Rico. El riesgo que esto representa para la salud de los maestros ha sido señalado en varias investigaciones.

En esta investigación determinamos si la intensidad del ruido a la cual están expuestos los maestros de una escuela superior de la región central de Puerto Rico excede la recomendada por la OMS y determinamos la percepción que tienen éstos de su ambiente acústico. El protocolo de esta investigación fue revisado y aprobado por el AGMUS IRB.

Área de estudio

El área donde realizamos ésta investigación fue una zona residencial urbana de una ciudad de la región central de Puerto Rico. Dicha área está ubicada muy cerca de una zona comercial.

En esta investigación utilizamos un diseño no experimental, por lo que un grupo control no fue necesario. Ya que pretendimos obtener información acerca del estado actual de una situación desarrollamos un diseño exploratorio descriptivo en el que:

- Determinamos la intensidad del ruido en los salones para evaluar los efectos potenciales a la salud de los maestros que ésta pudiera ocasionar.
- Determinamos la percepción de los maestros sobre el ruido al cual están expuestos y de los efectos de éste en la salud para establecer el nivel de conciencia de éstos en este asunto.
- Evaluamos alternativas de mitigación para el control del ruido en la escuela.

Diseño metodológico

Para lograr estos objetivos, dividimos la investigación en dos fases: 1- evaluar la intensidad de ruido y 2- evaluar la percepción de los maestros sobre el problema de ruido. Una vez completadas ambas fases, analizamos los datos obtenidos en las fases uno y dos, y determinamos la necesidad de auscultar alternativas de mitigación y orientación a los maestros sobre el tema.

Fase uno: Intensidad de ruido

En la fase uno, evaluamos la intensidad del ruido al cual están expuestos los maestros en la escuela. Para esto, solicitamos por escrito la aprobación de las autoridades escolares para la realización de esta investigación en esta escuela. Cumplimentamos el formulario de solicitud de autorización para llevar a cabo investigaciones en el Departamento de Educación, y seguimos el procedimiento estipulado en la Carta Circular Num. 5-2001-2002. Una vez obtenida dicha autorización, coordinamos con la administración de la escuela los días en los que realizaríamos el monitoreo de la intensidad de ruido.

El día anterior a cada muestreo observamos las condiciones climatológicas y buscamos información en el Servicio Nacional de Climatología (NWS, por sus siglas en inglés). No realizamos monitoreo en días que se registraran condiciones atmosféricas que pudieran alterar las lecturas del sonómetro, tales como lluvia y viento. Realizamos

todos los muestreos en el horario de 8:00 am a 3:00 pm, ya que ese es el horario de funcionamiento normal de la escuela y el periodo de trabajo de los maestros.

Fueron seleccionados seis salones de cada piso de la escuela, excepto el cuarto piso donde, por ser más pequeño, se seleccionaron cuatro salones, siendo en total 21 salones. En esta evaluación tomamos en consideración principalmente la localización de éstos en relación a las potenciales fuentes de ruido, tales como escaleras, pasillos, carreteras, equipos eléctricos, etc. como indican las Figuras 2 y 3 (ver Apéndice 2).

En cada salón se realizó un muestreo en un día de clases en el que los estudiantes se encontraban realizando actividades pasivas, como leyendo o contestando un ejercicio escrito individualmente. El muestreo tuvo una duración de 6 horas por salón.

Para llevar a cabo estos muestreos utilizamos un sonómetro “Extech” modelo 407764. El mismo cumple con los estándares de fabricación de “ANSI S1.4 Type 2” y “IEC651 Type2”. Este instrumento mide escalas A y C, aunque para los propósitos de esta investigación utilizamos la escala A. Ésta es la escala más utilizada para medir intensidad de ruido en salones de clases (Choi & Mc Pherson, 2005). Tiene además, memoria para 16, 000 puntos de rastreo. Los niveles de medición son de 30 a 130 dBA. La exactitud es de 1.5 dBA. El instrumento fue calibrado por el fabricante antes de comenzar la investigación. Los métodos utilizados en dicha calibración cumplen con el ISO10012-1 y ANSI/NCSL Z540-1-1994.

Además de contar con la calibración del fabricante, calibramos el instrumento antes y después de cada monitoreo utilizando el calibrador incluido en el equipo. También utilizamos un filtro para evitar interferencias en las lecturas por el viento.

Colocamos el sonómetro en un trípode a unos 4 pies de elevación del suelo, en el centro del salón para evitar la magnificación en las lecturas por refracción de las ondas sonoras en las paredes. Durante el monitoreo, estuvimos en el salón haciendo

observaciones de las condiciones existentes en el salón que pudieran influir en los resultados. Ya que no tomamos medidas de reverberación, resulta importante anotar datos como las medidas del salón, la altura del techo y el año de construcción de la escuela. De igual manera, si el salón tiene algún tipo de tratamiento acústico y la existencia de paredes temporeras o removibles, acondicionadores de aire o abanicos. Estos datos fueron anotados en la Hoja de Anotaciones para el Análisis de la Intensidad del Ruido (ver Apéndice 4).

Además de estos muestreos, solicitamos a la JCA que su personal realizara otro muestreo en los alrededores de la escuela para determinar la intensidad de ruido ambiental.

Fase dos: Percepción del problema

Una vez culminó el monitoreo de la intensidad de ruido en los salones de clases, auscultamos la percepción de los maestros sobre el ruido en la escuela. El instrumento utilizado en esta fase fue un cuestionario (ver Apéndice 1). Este cuestionario fue validado por el AGMUS IRB. Además, fue validado por un panel de expertos. Previo a contestar el cuestionario, le entregamos a los maestros participantes el documento de consentimiento informado, el cual debían leer y firmar.

Población y muestra

De la población de 70 maestros que laboran en la escuela, se utilizó una muestra que consistió en el 66% (37 maestros) de los maestros que cumplían con los criterios de inclusión y que desearon participar de la investigación. Los nombres de los maestros que participaron en esta investigación contestando el cuestionario descrito a continuación, fue la única información personal de éstos que manejamos. Con el propósito de mantener la confidencialidad de los participantes, sus nombres solo se

mantuvieron en una lista con números codificados, los cuales sustituyeron los nombres. Solo la investigadora principal tuvo acceso a la misma. Ésta fue destruida una vez su propósito fue realizado.

Procedimiento de reclutamiento y consentimiento informado

Una vez se tuvo la aprobación del Departamento de Educación de Puerto Rico, del AUGMUS IRB y de todas las autoridades pertinentes, la investigadora principal se dirigió al lugar donde se llevó a cabo la investigación mencionada anteriormente. Allí contactó directamente y de forma individual, cada uno de los miembros de la facultad que cumplían con los criterios de inclusión: maestros del salón de clases en escuela pública de la región central, del nivel superior activos durante el último año escolar. En su contacto con los posibles participantes la investigadora se acercó a los maestros (as) en su periodo libre y en su salón de clases. Les invitó a participar de la investigación, les explicó de qué se trata la investigación y les indicó que para participar de la misma deberían leer detenidamente este consentimiento informado. Una vez lo leían, la investigadora les preguntaba si entendieron todo lo que en este documento se expresa. Así mismo, les hacía preguntas sobre la investigación para cerciorarse de que hayan comprendido, e incluso les podía pedir que le explicaran en sus propias palabras de qué se trataba la investigación. Solo entonces, la investigadora le pedía al participante que hubiera demostrado comprender el contenido de este consentimiento informado, el propósito de la investigación y que aceptara participar de la misma, que firmara el consentimiento informado. Entonces la investigadora procedía a entregarle al participante el cuestionario y le explicaba que lo debía contestar y devolverlo a la investigadora en un sobre sellado, en o antes de tres horas desde que se le entregaba el cuestionario. De la misma manera, la investigadora entregaba al participante una copia del consentimiento informado firmado. Su participación en este estudio se limitaba

a lo aquí expresado. No le fue requerida ninguna participación adicional a la aquí detallada.

Dispositivos de confidencialidad

Con el propósito de mantener la confidencialidad de los participantes, en todo momento la investigadora principal custodió todos los documentos relacionados a esta investigación. Los consentimientos informados, cuestionarios, y todos aquellos documentos relacionados a esta investigación fueron manejados solo por la investigadora principal y su Mentor. Además, éstos serán almacenados en un archivo, bajo llave, ubicado en la oficina personal de la investigadora principal por un periodo de cinco años. Luego de ese tiempo, éstos serán destruidos en una trituradora de papeles y desechados.

Riesgos y beneficios potenciales de la investigación para los participantes

Los riesgos que la participación en esta investigación representó para las personas que así lo hicieron fueron mínimos. Los mismos pudieron estar asociados al agotamiento normal provocado por la jornada laboral. La participación en este estudio no representó de manera alguna algún riesgo contra su vida.

Por otro lado, los beneficios a los participantes de esta investigación superan marcadamente estos riesgos. Los participantes se verían beneficiados ya que de acuerdo a los hallazgos obtenidos de la misma, se presentarían unas recomendaciones para mejorar el ambiente acústico en su centro de trabajo. Esto significaría una menor posibilidad de que su salud se vea afectada por el ruido y a su vez, les provee un ambiente laboral más sosegado.

Criterios de inclusión y exclusión

Para garantizar la confiabilidad de los resultados, del total de la población fueron incluidos solo aquellos maestros del salón de clases del nivel superior de escuela pública de la región central de Puerto Rico, que hubieran estado activos durante el último año escolar. Aquellos docentes en puestos administrativos o no docentes; de niveles elemental o intermedia de escuelas públicas y privadas de las regiones norte, sur, este y oeste de Puerto Rico; que no estuvieron activos durante el último año escolar, no fueron considerados en la selección de la muestra.

Validación y descripción del instrumento

El instrumento a utilizar fue un cuestionario preparado por la investigadora. El mismo fue validado por un panel de expertos compuesto por tres profesores con grados doctorales en las áreas de audiología, educación y química ambiental, así como otro con grado de maestría en el área de acústica. Estos evaluaron los reactivos del cuestionario en tres aspectos: validez de contenido, claridad e invasión a la privacidad. Los comentarios y sugerencias hechas por el panel de expertos fueron consideradas en la redacción final del cuestionario.

Una vez validado por el panel de expertos, procedimos a la redacción del cuestionario, el cual consistió de 20 reactivos. Éstos estaban compuestos por preguntas cerradas en las cuales se les cuestionó, entre otras cosas, si consideran que existe un problema de ruido en la escuela y, de ser así, como describirían la magnitud del mismo. También les pedimos que identificaran los pisos de la escuela y el momento del día en donde perciben mayor ruido, así como lo que consideran es la mayor fuente de ruido.

Además, ya que la subjetividad está envuelta en la definición más popular de lo que es ruido, se les pidió que definieran lo que entienden por ruido. También se les pidió que describan el grado de molestia que les causa el ruido en la escuela y se les

cuestionará sobre los efectos del ruido en la salud. Sobre este particular, se les pidió a los maestros que identificaran de una lista provista, los síntomas que tuvieron durante el último año. Con el propósito de descartar cualquier factor externo que pudiera interferir en los resultados, les pedimos que identificaran entre algunos factores de riesgo, aquellas actividades o conductas que realizan regularmente. Finalmente, se les proveyó la oportunidad de expresar sus recomendaciones para controlar el ruido en la escuela.

Análisis de datos

Para el análisis de los datos sobre la intensidad de ruido, luego de cada monitoreo, utilizamos una interfase para conectar el sonómetro a una computadora, a través de la cual transferimos los datos para ser graficados y analizados mediante el programa matemático y de manejo de datos conocido como Microsoft Excel. Con este programa calculamos los L_{10} , L_{90} y L_{eq} de cada monitoreo. Ya que el sonómetro no calcula los L_{10} , L_{90} y L_{eq} , lo hicimos de forma manual una vez se transfirieron los datos a la computadora. Luego de calcular los L_{10} , L_{90} y L_{eq} , comparamos los resultados obtenidos con los parámetros establecidos por la OMS en el caso del monitoreo interior, y de la JCA en el caso del ruido monitoreado en el exterior. De esta manera pudimos determinar si la intensidad de ruido a la cual están expuestos los maestros de esta escuela excedían estos estándares. Los datos obtenidos a través del sonómetro fueron resumidos y presentados en tablas en el próximo capítulo.

En el caso del cuestionario, el proceso de análisis se realizó, de igual manera, utilizando el programa matemático y de manejo de datos conocido como Microsoft Excel. En este programa se diseñó una página de trabajo que contenía los mismos reactivos del cuestionario. Con el propósito de realizar adecuadamente el análisis estadístico de los datos obtenidos, en este documento, las respuestas a cada reactivo

estaban codificadas. La página fue programada para que, una vez entrados todos los datos, realizara todos los cálculos correspondientes al análisis estadístico.

Ya que el propósito del cuestionario era determinar la percepción de los maestros sobre su ambiente acústico en la escuela, en el análisis de los datos obtenidos a través del cuestionario utilizamos la estadística descriptiva para cada reactivo. Para esto hicimos un análisis utilizando las correspondientes medidas de resumen: la distribución de frecuencias y la comparación de proporciones o porcentajes, así como medidas de tendencia central y dispersión. En la representación de estos datos utilizamos de igual manera tablas y gráficas.

En el caso de las preguntas abiertas el análisis es cualitativo. Por tanto, una vez se conocían todas las respuestas de los sujetos o al menos las principales tendencias de respuestas, éstas se representaron en matrices.

Tanto los datos recopilados a través del sonómetro como del cuestionario fueron utilizados para evaluar la intensidad de ruido a la que se exponen los maestros de esta escuela y la percepción de éstos de su ambiente acústico, a la luz de las recomendaciones de la OMS. Además, se utilizarían para hacer unas recomendaciones o un plan de mitigación, de considerarlo necesario.

Alternativas de mitigación

Tomamos fotos, vídeos y audio de la estructura de la escuela y sus alrededores, los cuales evaluamos junto a los resultados de los muestreos y del cuestionario para determinar, de ser necesario, las alternativas de mitigación para el control del ruido más adecuadas y económicamente viables en este caso. Luego de un recorrido por la escuela junto a un experto en arquitectura y acústica determinamos las medidas de mitigación necesarias.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El ruido es un contaminante tan común como antiguo. En nuestra sociedad moderna, el ruido es algo tan común que en ocasiones pasa desapercibido o como una situación normal. Sin embargo, se ha demostrado que puede causar peligrosos efectos en la salud humana, en especial el ruido ocupacional.

Ante la ausencia de investigaciones relacionadas a la exposición de los maestros al ruido en su lugar de trabajo, nos dimos a la tarea de investigar este aspecto del ambiente laboral de este grupo de profesionales. Tomamos como base para nuestro estudio una típica escuela superior urbana del área central de la isla, el cual tuvo los objetivos y resultados que presentamos a continuación.

Determinar la intensidad del ruido en los salones para evaluar los efectos potenciales a la salud de los maestros que ésta pudiera ocasionar.

Para determinar la intensidad del ruido en los salones de clases usamos un sonómetro y medimos en diferentes salones de todos los pisos de la escuela, por varias horas, según describimos en el capítulo anterior. Resulta importante para el adecuado análisis de estos resultados, señalar que las distintas agencias envueltas en el manejo y control del ruido utilizan diferentes formas de determinar el nivel de ruido que recomiendan para los distintos escenarios. Por tanto, es necesario analizar los resultados según las perspectivas de cada una de las agencias que usamos como referencia.

OSHA

El reglamento de ruido ocupacional 1910.95, reglamenta los niveles de ruido que pudieran representar riesgo de pérdida auditiva para los trabajadores. El nivel en que

comienza a regir la reglamentación es de 85 dBA en TWA de 8 horas (serían 85 decibeles promedio en 8 horas de muestra). La comparación de nuestros datos con el reglamento 1910.95, no sería válida ya que los niveles de ruido medidos en la escuela, no llegan a los niveles considerados dentro de la reglamentación de ruido ocupacional.

A parte del nivel de ruido, se toma en cuenta si el ruido es constante dentro de los 85 dBA. Si fuera esporádico o que sube y luego baja, como es el caso de nuestros datos, el promedio de ruido en las 8 horas sería diferente y se tendrían que hacer cálculos para ver si daría un promedio sobre 85 dBA. También se debe tomar en cuenta el tiempo de exposición, ya que la reglamentación indica que el promedio de exposición se mide en 8 horas. En el caso de los maestros, éstos trabajan seis horas, y al tiempo no trabajado de las 8 horas se tendría que dar una exposición de 0. Además, se incluye como trabajado solo el tiempo en que se está trabajando, por lo que hay que eliminar la hora de almuerzo. Al realizar entonces los cálculos, encontramos que en la evaluación preliminar realizada, no se determina que hay la probabilidad de sobrepasar los niveles reglamentados de 85 dBA en 8 horas, por lo que el reglamento de ruido ocupacional no aplicaría en este caso (ver Tabla 1). Si al realizar la evaluación preliminar, se determinara que existe la probabilidad de sobrepasar los niveles reglamentados, se realizaría un muestreo por dosimetría en un período de 8 horas (se instala un dosímetro que el empleado llevaría a todas las áreas de trabajo y su micrófono cercano al área auditiva).

OMS y ANSI S12.60-2002

Tanto la OMS en su Guía para el Ruido Comunitario, como el ANSI S12.60-2002 establecen 35 dbA como el nivel máximo aceptable para el interior de un salón durante clases. Ruidos que sobrepasen este nivel podrían interferir con la comunicación, lo cual es el medio principal a través del cual ocurre el proceso enseñanza-aprendizaje. Pero ciertamente, podrían además representar riesgos, especialmente a la salud humana.

Cuando analizamos los resultados de los L_{eq} (medida que utiliza la OMS) encontramos los siguientes aspectos sobresalientes:

1. En el primer piso, el L_{eq} más alto (67.7 dBA) se registró en el salón del lado derecho, ala A. Este salón colinda con las glorietas, la cancha de baloncesto y volleyball y el comedor escolar.
2. En el segundo piso, el L_{eq} más alto (69.2 dBA) se registró en el salón del centro, ala B. Este salón ubica frente a la entrada principal de la escuela.
3. En el tercer piso, el L_{eq} más alto (69.9 dBA) se registró también en el salón del centro, ala B. Este salón ubica sobre el salón del segundo piso con el L_{eq} más alto; también frente a la entrada principal de la escuela.
4. En el cuarto piso, el L_{eq} más alto (70.8 dBA) se registró en el salón del lado izquierdo, ala B. En este caso, el salón no colinda con ninguna fuente de ruido, aunque por la altura podría estar recibiendo el ruido del tránsito de la avenida principal que pasa a solo metros de la escuela por ese lado.

A excepción del cuarto piso, tendemos a pensar que el ruido que se registra en estos salones proviene de los estudiantes que se encuentran en el exterior, ya sea en las glorietas, la cancha, el comedor o en la entrada principal de la escuela, donde también ubica una glorieta.

Como se puede apreciar en la Tabla 1, los L_{eq} de todos los salones monitoreados variaron entre 59.0 dBA y 70.8 dBA. Según la OMS, aún la exposición ocupacional prolongada a niveles de ruido (L_{eq}) de 70 dBA o menores, en un periodo de 8 horas, no resultará en un impedimento auditivo inducido por el ruido, lo que coincide con nuestro señalamiento anterior al respecto.

La OMS establece que los ruidos sobre los 35 dbA en el interior de un salón interfieren con la comprensión del lenguaje hablado. Esto se debe a que se recomienda que la razón señal-voz debe ser de al menos 15 dBA. Por tanto, para mantener el nivel

de voz moderado de 50 dBA y que sea comprensible, el ruido en el interior de la sala no debe exceder los 35 dBA. Niveles de ruido sobre los 35 dBA implicarían un mayor esfuerzo vocal por parte del hablante para que el oyente comprenda lo que se le está comunicando. En esta investigación ningún salón registró un L_{eq} de 35 dBA o menor. El menor registro fue de 59 dBA, por lo que el maestro (a) tendría que hacer un esfuerzo vocal de 74 dBA para que sus estudiantes comprendan el mensaje. De igual manera, los estudiantes también tienen que forzar su voz para ser escuchados y comprendidos por sus maestros y sus compañeros. La interferencia del ruido con la comunicación hablada resulta en un gran número de impedimentos personales y cambios de comportamiento. Problemas con la concentración, fatiga, irritación nerviosa, reducción de la capacidad laboral, problemas con las relaciones humanas y reacciones tensas han sido identificadas y relacionadas a esta situación.

Debido a la naturaleza del estudio realizado, no podemos hacer ningún análisis relacionado a los efectos en el sueño de los maestros que trabajan en esta escuela. Sin embargo, existen efectos fisiológicos de la exposición al ruido que se pueden manifestar también durante el periodo de sueño.

Los disturbios cardiovasculares son efectos que comienzan a observarse con la exposición crónica a intensidades de ruido en exceso de 65 dBA o con la exposición aguda sobre los 85 dBA. Debido a que los L_{eq} de todos los salones monitoreados variaron entre 59.0 dBA y 70.8 dBA, y que se registraron niveles de hasta 109.3 dBA en determinados momentos (ver Tabla 2), inferimos que los maestros pudieran estar expuestos a unos efectos fisiológicos tanto temporales como permanentes, que pudieran incluir:

- Aumento del ritmo cardiaco y la resistencia periferal
- Hipertensión arterial
- Aumento en la viscosidad y los niveles de lípidos

- Cambios en los electrolitos
- Aumento en los niveles de epinefrina, norepinefrina y cortisol

Estas reacciones pueden afectar al sistema cardiovascular por lo que estos maestros pudieran estar en riesgo de desarrollar algún tipo de enfermedad cardiovascular.

Niveles de ruido sobre los 80 dBA son asociados tanto al aumento de comportamiento agresivo como la disminución de un comportamiento beneficioso a los demás. Sin embargo, los efectos del ruido en el comportamiento, como mencionamos anteriormente, son complejos, sutiles e indirectos. Ante la ausencia de perfiles psicológicos de los maestros, solo nos limitamos a mencionar que los L_{eq} registrados en todos los salones monitoreados están por debajo de los 80 dBA, por lo que no consideramos el ruido como un factor que pudiera intensificar el desarrollo de comportamiento agresivo entre los maestros o de desordenes mentales latentes.

El ruido es un agente de distracción que puede tener efectos cognitivos en la lectura, atención, solución de problemas y memoria. En una escuela, este tipo de efectos son más relacionados al trabajo que realizan los estudiantes que al de los maestros. Sin embargo, un ambiente acústico como el que evidencian los resultados del monitoreo realizado en esta escuela pudiera causar entre los maestros una reducción en su capacidad laboral como fatiga, problemas para concentrarse, aumento en las equivocaciones, disminución en la motivación y problemas en las relaciones interpersonales, tanto con sus estudiantes como con sus compañeros maestros.

Cuando analizamos los datos del monitoreo realizado sin estudiantes en la escuela, pero con todo el personal realizando sus labores normales, encontramos que, aún en los salones con los L_{eq} más altos los niveles de ruido se reducen considerablemente. En el primer piso, el salón que con estudiantes en la escuela arrojó un L_{eq} de 67.7 dBA, sin estudiantes encontramos 46.6 dBA. En el segundo piso, de 69.2 dBA, sin estudiantes se registró 48.1 dBA. De igual manera, en el tercer y cuarto piso

encontramos que de 69.9 dBA y 70.8 dBA, sin estudiantes arrojaron 53.7 dBA y 53.8 dBA respectivamente. Sin embargo, aunque la disminución en los niveles de ruido es considerable en todos los salones, es importante señalar que aún permanecen por encima de los 35 dBA recomendados por la OMS. Además, se observa la tendencia – con y sin estudiantes- del incremento de los L_{eq} según suben los pisos.

Otro dato interesante que resalta al analizar las gráficas de los monitoreos realizados en los salones con los L_{eq} más altos en cada piso (Figuras 5, 7, 9, 11), los L_{max} se identifican entre las 10:35 y 10:50 am, (transición entre el cuarto y quinto periodo de clases) excepto en el segundo piso donde el L_{max} se identifica a las 12:00 pm (transición entre el sexto y séptimo periodo de clases). Estos datos pudieran indicar que los niveles de ruido más altos provienen de los estudiantes en los pasillos.

JCA

La estación de muestreo utilizada por la JCA durante un periodo de 24 horas fue establecida en el exterior de las aulas ubicadas a una distancia aproximada de 125 metros medidos desde el centro de la avenida aledaña y la pared del ala norte de la escuela. Los L_{10} obtenidos fluctuaron entre los 66 y 71.7 dBA en la mañana. En horas de la tarde se observa una disminución en los L_{10} , fluctuando éstos entre los 56 y 65.7 dBA. En la noche se obtuvieron L_{10} que fluctuaron entre los 46.5 y 60.7 dBA (ver Tabla 4).

Según estos datos los maestros y estudiantes de esta escuela no están expuestos al nivel de sonido proveniente del tránsito vehicular en la avenida aledaña. Los niveles obtenidos fuera del horario escolar cumplen con los niveles de sonido establecidos en el Reglamento para el Control de Ruido de la JCA, el cual establece un L_{10} permisible de 65 dBA durante el día y 50 dBA en la noche (ver Apéndice 6). Aunque en la mañana se obtuvieron L_{10} superiores a los establecidos en el reglamento,

entendemos esto se debe sonidos del funcionamiento normal de la escuela como los timbres y voces de personas, entre otros.

Determinar la percepción de los maestros sobre el ruido al cual están expuestos y de los efectos de éste en la salud para establecer el nivel de conciencia de éstos en este asunto

El cuestionario utilizado en esta parte de la investigación fue contestado por el 66% de los maestros que cumplían con los criterios de inclusión. De éstos, el 34% trabajaban en el segundo piso de la escuela, el 25% lo hacían en el tercer piso, el 22% en el primero y el 19% en el cuarto (ver Figura 14). Esta distribución era la esperada ya que en el segundo y tercer piso hay mayor cantidad de salones. Luego le sigue el primero y finalmente el cuarto piso es el que menos salones tiene.

Al preguntárseles cómo definen ruido sus contestaciones variaron entre las siguientes (ver Tabla 5):

- Molestia causada por un sonido.
- Sonidos fuertes e innecesarios que alteran el orden.
- Sonidos a un volumen que interfiere con la concentración.
- Sonidos que interfieren con la conversación.
- Sonidos que interfieren con el proceso enseñanza-aprendizaje.
- Otros

Como podemos ver, la mayoría de los maestros encuestados comprenden que el ruido es un sonido fuerte que tiende a causar molestia por interferir en alguna actividad cognitiva.

En el área de la percepción que tienen los maestros del ruido en la escuela en la cual trabajan, el 94% del total de la muestra considera que éste es un problema (ver Figura 15), del cual el 63% lo considera un problema grave mientras el 37% lo

considera uno moderado (ver Figura 16). Al preguntárseles sobre el grado de molestia que el ruido en la escuela les causa, el 53% dijo es considerable, mientras que el 22% dijo es excesivo y el 19% moderado. Solo el 6% dijo que no le causa ninguna molestia (ver Figura 17). Vemos entonces cómo la gran mayoría siente molestia de moderada a excesiva por el ruido en la escuela.

Sobre el momento del día en que perciben mayor ruido, la opinión resultó bastante pareja, con el 53% (ver Figura 18) que contestó en la mañana mientras el otro 47% piensa que es en la tarde. En cuanto al piso en que se percibe mayor ruido, el 47% contestó que el primer piso es el más ruidoso, el 38% opinó que es el segundo piso, el 9% dijo que es el tercer piso, y el 6% piensa que es el cuarto piso (ver Figura 19). Estos resultados nos hacen pensar que se deben a que el primer y segundo piso son los niveles donde se reúnen mayormente los estudiantes cuando no tienen clases.

Al pedírseles que identificaran las principales fuentes de ruido en la escuela (ver Figura 20), los estudiantes en los pasillos fue seleccionada por un 84% de los encuestados, seguida por un 47% que obtuvo las voces de otras personas. Otras alternativas identificadas fueron: vehículos de motor, 38%; maquinaria pesada y otras fuentes, como actividades en la cancha, 28% cada una; el timbre, 22% y los acondicionadores de aire y abanicos, 9%.

Se les cuestionó también si perciben ruido en su salón cuando no tienen estudiantes. El 94% contestó sí mientras solo el 6% contestó no. A ese 94% que contestó sí, se le pidió identificar de donde proviene ese ruido que dicen percibir cuando no tienen estudiantes. En ese aspecto, el 91% dijo que proviene del interior del edificio, mientras que el 69% piensa que es el exterior del edificio. El 31% piensa que proviene de salones cercanos y solo un 9% dice que proviene de acondicionadores de aire (ver Figuras 21 y 22).

Los maestros fueron también cuestionados sobre el ambiente acústico en su salón. Al respecto, el 53% indicó poder escuchar el ruido del tránsito en su salón, mientras que el 47% dijo no escucharlo (ver Figura 23). Ese 53% provino en su mayor parte de maestros que trabajan en el segundo piso, del lado que queda cerca de la calle. Además, el 50% de los maestros dijo poder escuchar el zumbido de las lámparas de su salón, mientras el otro 50% dijo no poder escucharlo (ver Figura 24). Sobre cómo considera su salón, el 59% lo describió como algo ruidoso, mientras que el 28% dijo tener un salón silencioso y el 13% lo describió como estruendoso (ver Figura 25). Además, el 59% de los maestros encuestados dijo no considerar al ambiente de su salón como uno apropiado para la enseñanza mientras el restante 41% si lo considera apropiado (ver Figura 26). Cuando revisamos los resultados del monitoreo de ruido sin estudiantes y vemos la disminución considerable del ruido, podemos pensar que esta descripción del ambiente acústico de sus salones se debe a lo que ellos han podido percibir cuando no tienen estudiantes.

Todos estos resultados nos indican que los maestros piensan que la causa principal del problema de ruido en la escuela son los estudiantes que se quedan en el interior y sus alrededores cuando no tienen clases. Aunque, mientras pasa el día y los estudiantes se van marchando a sus casas, el ruido tiende a disminuir.

En el área del nivel de conciencia que tienen los maestros de los efectos del ruido sobre la salud, el 94% dijo creer que el ruido puede tener efectos nocivos a la salud, el 3% dijo que no y el 3% no sabe (ver Figura 27). Sobre los síntomas relacionados a la exposición al ruido que se les cuestionó y la frecuencia con que los habían experimentado durante el pasado año, se obtuvieron los siguientes resultados (ver Figura 28):

- Problemas de voz fue el síntoma mayormente experimentado a diario (28%), seguido por la tensión y la ansiedad (22% cada una).

- La irritabilidad fue el síntoma identificado como experimentado muy frecuentemente por el 19%. También fueron identificados la ansiedad (13%) y la tensión el tinnitus (9% cada una).
- Los problemas de voz nuevamente aparecen como un síntoma experimentado de forma frecuente entre los maestros (34%), seguido por los problemas de audición (31%) y nuevamente la tensión (28%).
- Los síntomas experimentados rara vez fueron mayormente los problemas de audición (38%), la irritabilidad (34%) y la hipertensión y la ansiedad (ambas 31%).
- Los síntomas identificados como nunca experimentados resultaron ser mayormente los problemas cardiacos (75%), la hipertensión (47%) y tinnitus (44%).

Al cuestionárseles si habían notado una mejoría de los síntomas experimentados durante sus vacaciones o fines de semana, el 97% dijo que notar mejoría mientras que el 3% dijo no notar ninguna (ver Figura 29).

Como una forma de identificar factores externos que pudieran estar causando los síntomas mencionados anteriormente (ver Figura 30), se encontró que el 28% de los maestros participantes tiene otro trabajo, el 13% fuma o vive con un fumador, el 3% corre motoras, “four tracks” u opera con regularidad alguna maquinaria ruidosa, el 3% es músico profesional o aficionado y el 3% toma bebidas alcohólicas con regularidad. Además, el 22% dijo vivir cerca de una fuente de ruido, como carreteras, construcciones y fábricas, el 9% vive cerca de una fuente de emanaciones de gases, como gasolineras, y el 9% dijo vivir cerca de una fuente de materia particulada como carreteras.

Finalmente, al pedirles sugerencias para controlar el ruido en la escuela, las respuestas se dirigieron en su mayoría a controlar el flujo de estudiantes en los pasillos durante clases. Otras sugerencias son dirigidas a mejorar la acústica de la escuela (ver

Tabla 6). Además de estas sugerencias, también presentaron otras de índole administrativas.

Evaluar alternativas de mitigación para el control del ruido en la escuela

Luego de evaluar los resultados del cuestionario y el monitoreo de ruido, y realizar un recorrido por la escuela junto a un experto en arquitectura y acústica, determinamos que existe un grave problema de ruido que necesita ser atendido de forma urgente. La escuela fue catalogada por el arquitecto acústico como el peor escenario para un centro educativo: una estructura “de presidio”, con una reverberación muy evidente, donde no existen materiales absorbentes de ruido ni en el interior de los salones ni ninguna otra área de la escuela. Este escenario causa el “efecto de taberna” mencionado en el Capítulo II de este documento.

Ante este escenario, se evaluaron alternativas de mitigación a corto y largo plazo que fueran adecuadas y costo-efectivas, entre las cuales se encuentran las siguientes:

A corto plazo

- Rotular las diferentes áreas de la escuela como “Zona de Silencio”, particularmente los pasillos y escaleras.
- Activar el plan de vigilancia por parte de los empleados de seguridad, para evitar la congregación de estudiantes en los pasillos y escaleras.

A largo plazo

- Diseñar e implantar un programa intensivo de educación sobre el ruido, tanto para estudiantes como para maestros.
- Mejorar la acústica de la escuela instalando materiales absorbentes de ruido tanto en el interior de los salones y oficinas (puertas, ventanas, superficies) como en los pasillos y áreas comunes.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con esta investigación pudimos comprobar que los maestros de esta escuela están expuestos a niveles de ruido que interfieren con el proceso enseñanza-aprendizaje, pero no llegarían a ser riesgo de pérdida auditiva, por lo que el Reglamento de Control de Ruido de OSHA no aplica en este caso. Tampoco consideramos el ruido como un factor que pudiera intensificar el desarrollo de comportamiento agresivo entre los maestros o de desordenes mentales latentes.

Sin embargo, los niveles registrados deben estar interfiriendo con la comprensión del lenguaje hablado tanto para los estudiantes como para los maestros, por lo que el maestro (a) tendría que hacer un esfuerzo vocal para que sus estudiantes comprendan el mensaje. Además, los maestros están expuestos a unos niveles de ruido que representan un riesgo de efectos fisiológicos tanto temporales como permanentes que pueden incluso afectar al sistema cardiovascular. También, un ambiente acústico como el que evidencian los resultados del monitoreo realizado en esta escuela pudiera causar entre los maestros una reducción en su capacidad laboral como fatiga, problemas para concentrarse, aumento en las equivocaciones, disminución en la motivación y problemas en las relaciones interpersonales, tanto con sus estudiantes como con sus compañeros maestros.

Considerando tanto los resultados del monitoreo de ruido como del cuestionario administrado a los maestros, entendemos que la principal fuente de ruido en esta escuela son las voces de los estudiantes que se encuentran constantemente en los pasillos. A esto tenemos que añadir que la estructura de la escuela abona al problema ya que, aunque no contamos con datos específicos de reverberación, la misma es evidente.

Por otro lado, entendemos que los maestros que laboran en esta escuela están muy concientes que en la misma existe un problema grave de ruido, causado principalmente por el tránsito constante de estudiantes por los pasillos y escaleras. Presentan también sugerencias prácticas y viables para manejar el problema. Además, demuestran estar concientes de los efectos nocivos que el ruido pudiera tener en la salud. En este aspecto, resulta importante destacar que los síntomas que los maestros relacionan con su trabajo coinciden con los identificados por la OMS y otras referencias como característicos de la exposición a los niveles de ruido encontrados en el monitoreo.

Limitaciones

Esta investigación tuvo las siguientes limitaciones para su realización:

1. Factor económico. Solo se pudo adquirir un sonómetro. Los dosímetros son más efectivos para medir exposición al ruido.
2. Equipo. Al contar con un solo sonómetro, los muestreos no fueron realizados en la misma fecha lo que no permite una comparación de los resultados bajo exactamente las mismas condiciones. Tampoco se midió reverberación por no contar con el equipo necesario.
3. Factor tiempo. Se realizaron los muestreos solo una vez en cada salón seleccionado.
4. Insuficiencia de estudios similares previos con los que se pudieran comparar los resultados obtenidos.

Recomendaciones

Basados en los resultados obtenidos en esta investigación, presentamos las siguientes recomendaciones:

En el caso de esta escuela en particular;

1. Implantar las alternativas de mitigación a corto y largo plazo presentadas en el Capítulo IV.
2. Convertir la escuela en una modelo, a través de la creación e implantación de un plan piloto de control de ruido, con el auspicio del Municipio.

En Puerto Rico;

1. Realizar más investigaciones como ésta en otras escuelas de todas las regiones de la isla para obtener resultados que reflejen de forma más confiable el ambiente acústico general de las escuelas en Puerto Rico.
2. Establecer un Programa de Educación sobre el Ruido en todas las escuelas.
3. Revisar el reglamento de OSHA para incluir otras condiciones de salud que se pueden desarrollar por la exposición al ruido, además de la pérdida de audición.
O en su lugar,
4. Crear otro reglamento para los maestros, enfermeras y otros empleados que deben trabajar en lugares más silenciosos y excluirlos del reglamento para industria general.
5. Reubicar a las escuelas en la categoría de zona de tranquilidad del reglamento de control de ruido de la JCA.

En Puerto Rico hay alrededor de cuarenta mil maestros que día a día forjan las generaciones futuras de nuestro país, bajo unas condiciones de trabajo que muchas veces son deplorables. El ruido en las escuelas no es regulado por ninguna agencia, y sin embargo, interfiere con su labor y pone en riesgo su salud.

Estos profesionales muchas veces son mancillados por la opinión pública debido a las faltas cometidas por algunos de ellos, pero que no representan el comportamiento de la mayoría de los maestros. Esta es una lamentable realidad con la cual tienen que trabajar los maestros mismos para mejorar su imagen ante nuestra sociedad. Pero el

mejoramiento de sus condiciones de trabajo es un asunto que corresponde resolver al gobierno a través de las agencias pertinentes. Después de todo, nuestro futuro como pueblo depende de los profesionales de la educación.

LITERATURA CITADA

Acoustical Society of America. (2002). *American National Standards Institute: Acoustical performance criteria, design requirements, and guidelines for schools*. ANSI S12.60-2002. Melville, New York.

Administración de Seguridad y Salud Ocupacional de Puerto Rico. (2006). *Exposición a ruido*. PR OSHA 8.

American Speech-Language-Hearing Association (2005) *Acoustics in educational settings: Technical report*. Extraído febrero 2, 2008. <http://www.asha.org/members/deskref-journals/deskref/default> .

Baron, R. A. (1973) *La tiranía del ruido*. México, D. F.: Fondo de Cultura Económica.

Berlan, T. (1973). *Ecología y ruido*. Buenos Aires: Ediciones Marymar.

Chang, T. Y., T. C., Su, S. Y. Lin, r. M. Jain, C. C. Chan (2007) Effects of occupational noise exposure on 24-hour ambulatory vascular properties in male workers. *Environmental Health Perspectives*, 115(11):1660-1664.

Chepesiuk, R. (2005). Decibel Hell. *Environmental Health Perspectives*, 113 (1):A34-A41.

Choi, C. Y. & B. Mc Pherson (2005). Noise levels in Hong Kong primary schools: Implications for classroom listening. *International Journal of Disability, Development and Education*, 52 (4):345-360.

Crandell, C. & F. Bess (1986). Speech recognition of children in a "typical" classroom setting. *ASHA*, 82.

Cruz, A. D.; Guilbe, C. J. & López, A. R. (2002) *Vive la geografía de nuestro Puerto Rico*. San Juan: Editorial Cordillera.

Dávila, M. A. (2000). *La percepción de los estudiantes y maestros de los efectos del ruido en el proceso de aprendizaje en la escuela Dr. Agustín Stahl en Bayamón*.

Disertación de tesis de maestría no publicada. Universidad Metropolitana, San Juan Puerto Rico.

Departamento de Estado. (1952). *Constitución del Estado Libre Asociado de Puerto Rico del 25 de julio de 1952*. 1 LPRA PR. Const. Sec.1.

Departamento del Trabajo y Recursos Humanos. (2002). *Ley de Salud y Seguridad en el Trabajo de Puerto Rico del 19 de diciembre de 2002*. 29 LPRA 361x.

Dooley, E. E. (2005) Noise pollution clearinghouse. *Environmental Health Perspectives*, 113(1):A27.

Escalona, E. (2006) Prevalencia de síntomas de alteraciones de la voz y condiciones de trabajo en docentes de escuela primaria, Aragua-Venezuela. *Salud de los Trabajadores*, 14(2):31-54.

Finitzo-Hieber & Tillman (1978). Room acoustics effects on monosyllabic Word discrimination ability for normal and hearing impaired children. *Journal of Speech and Hearing Research*, 21:440-458.

Goines, L. & L. Hagler (2007). Noise pollution: A modern plague. *Southern Medical Journal*, 100(3):287-294.

Grebennikov, L. (2006). Preschool teacher's exposure to classroom noise. *International Journal of Early Years Education*, 14(1):35-44.

Hernández, A., M. Morales, L. Pérez (2007) Comportamiento de algunos factores de riesgo de disfonía en maestros del Municipio de Camagüey. *Archivo Médico de Camagüey*, 11(1):ISSN 1025-0255.

Jónsdottir, V.I., B. E. Boyle, P. J. Martin, & G. Sigurdardottir (2002). A comparison of the occurrence and nature of vocal symptoms in two groups of Icelandic teachers. *Log Phon Vocol*, 27:98-105.

Junta de Calidad Ambiental. (1987). *Reglamento para el control de la contaminación por ruido*, Num. 3418.

Junta de Calidad Ambiental. (2004). *Ley de Política Pública Ambiental del 22 de septiembre de 2004*. 33 LPRA 1143.

- Junta de Calidad Ambiental. (2006). *Informe sobre el estado y condición del ambiente en Puerto Rico 2005*. Estado Libre Asociado de Puerto Rico, San Juan.
- Junta de Planificación. (1997). *Ley de Zonas Escolares del 20 de agosto de 1997*. 23 LPRA 206.
- Knecht, H. A., P. B. Nelson, G. M. Whitelaw, & L. L. Feth (2002). Background noise levels and reverberation times in unoccupied classrooms: predictions and measurements. *American Journal of Audiology*, 11:65-71.
- Kujala, T., Y. Shtyrov, I. Winkler, M. Saber, M. Tervaniemi, M. Sallinen, W. Teder-Sälejärvi, K. Alho, K. Reinikainen & R. Näätänen (2004). Long-term exposure to noise impairs cortical sound processing and attention control. *Psychophysiology*, 41:875-881.
- Lusk, S., & B.M. Hagerty (2004) Acute effects of noise on blood pressure and heart rate. *Archives of Environmental Health*, 59(8):392-399.
- Mateo, P. (1999) *La prevención del ruido en la empresa*. Madrid: Fundación Confemetal.
- Morton, V., & D. R., Watson (1998) The teaching voice: problems and perceptions. *Logopedics, Phoniatrics, Vocology*; 23:133-139.
- Niebudek-Bogusz, P. Kotylo & M. Sliwinska-Kowalska (2007). Evaluation of voice acoustic parameters related to the vocal-loading test in professionally active teachers with disfonía. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*, 20(1):25-30.
- Olaoson, A. O., & B. E. Egbewale (2007) Does knowledge of hazard exposure to noise change attitudes and translate into healthful practices? *The Internet Journal of Health*, 5(2).
- Organización Mundial de la Salud (1999) Guía para el Ruido Urbano. *Basado en el documento Community Noise* (versión española). Londres, Reino Unido.
- Organización Mundial de la Salud (2001) *Occupational and Community Noise*. Extraído noviembre 25, 2007. www.who.int/mediacentre/factsheets/fs258/en

- Organización Mundial de la Salud (2006) *Constitución de la Organización Mundial de la Salud*. Extraído noviembre 25, 2007. www.who.int/governance/eb/constitution/es
- Pawlaczyk-Luszczynska, M., A. Dudarewicz, M. Waszkowska, & M. Sliwinska-Koowalska (2003). Assessment of annoyance from low frequency and broadband noises. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*, 16(4):337-343.
- Setter, V., P. A. Barros, & P. D. Fischer (2006) Relación entre disfonía referida y potenciales factores de riesgo en el trabajo de profesores de la enseñanza fundamental, Porto Alegre-RS. *Salud de los Trabajadores*, 14(2): 5-12.
- Pomales, B. L. (2002). *Niveles de ruido vehicular a que se exponen a los empleados de las estaciones de peaje de Puerto Rico*. Disertación de tesis de maestría no publicada. Universidad Metropolitana, San Juan Puerto Rico.
- Powell, R. F. & M. R. Forrest (1988). *Noise in the military environment*. Londres: Brassey's Defense Publishers Ltd.
- Preciado, J. A. (2000) Estudio de la prevalencia de los trastornos de la voz en el personal docente de Logroño: Análisis multidimensional de la voz en los profesionales de la enseñanza. *Zubía Monográfico*, 12: 111-146.
- Preciado, J., C. Pérez, M. Calzada, & P. Preciado (2005) Frecuencia y factores de riesgo de los trastornos de la voz en el personal docente de La Rioja. *Acta Otorrinolaringológica Española*, 55:161-170.
- Roy, N., B. Weinrich, S. D. Gray, J. C. Stemple, & C. M. Sapienza (2003). Three treatments for teachers with voice disorders: A randomized clinical trial. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 46:670-688.
- Roy, N., B. Weinrich, R. M. Merrill, S. Thibeault, R. A. Parsa, S. D. Gray, & E. M. Smith (2004a). Prevalence of voice disorders in teachers and the general population. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 47:281-293.
- Roy, N., B. Weinrich, R. M. Merrill, S. Thibeault, R. A. Parsa, & E. M. Smith (2004b). Voice disorders in teachers and the general population: Effects on work performance, attendance, and future career choices. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 47:542-551.

- Sala, E., E. Airo, P. Olkinuora, S. Simberg, U. Ström, A. Laine, J. Pentti, & J. Suonpää (2002) Vocal loading among day care center teachers. *Log Phon Vocol*, 27:21-28.
- Salas, W. A., J. Centeno, E. Landa, J. M. Amaya, & M. R. Benites (2004) Prevalencia de disfonía en profesores del distrito de Pampas-Tayacaja-Huancavelica. *Revista Médica Heredia*, 15(3): 125-130.
- Scarano, F. (2001) *Puerto Rico: Una historia contemporánea*. México, D. F.: Mc Graw-Hill Interamericana.
- Schell, L. M. (2007) Effects of noise contribuye to physician's challenges. *Southern Medical Journal*, 10(3):241.
- Seoanez, M. (1998) *Ecología Industrial*. Madrid: Mundi-Prensa.
- Szabo, A., B. Hammarberg, S. Granqvist, & M. Södersten (2003). Methods to study pre-school teachers' voice at work: Simultaneous recordings with a voice accumulator and a DAT recorder. *Logoped Phoniatr Vocol*, 28:29-39.
- Tolosa, F. (2003). *Efectos del ruido sobre la salud*. Discurso inaugural del Curso Académico 2003 en la Real Academia de Medicina de las Islas Baleares, Islas Baleares, España.
- United States Department of Labor. (1992). *Occupational Noise Exposure*. Standard 29 CFR 4 OSH 1910.95.
- United States Environmental Protection Agency. (1972). *Noise Control Act of 1972*. 42 USC 4901-49-18.

TABLAS

Tabla 1.**Resumen de resultados del monitoreo de ruido**

Piso	L₁₀		L₉₀		L_{eq}	
	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.
1	73.1 dBA	80.1 dBA	57.4 dBA	61.1 dBA	62.1 dBA	67.7 dBA
2	65.4 dBA	77.3 dBA	55.7 dBA	65.6 dBA	60.0 dBA	69.2 dBA
3	64.2 dBA	77.5 dBA	56.4 dBA	67.1 dBA	59.0 dBA	69.9 dBA
4	74.0 dBA	78.4 dBA	60.7 dBA	68.1 dBA	65.7 dBA	70.8 dBA

Tabla 2.

Lecturas mínimas y máximas en cada piso		
Piso	Lectura Mínima	Lectura Máxima
1	48.8 dBA	109.3 dBA
2	50.0 dBA	107.1 dBA
3	65.0 dBA	82.8 dBA
4	56.7 dBA	101.5 dBA

Tabla 3.

Resultados monitoreo exterior (JCA): Lecturas mínimas y máximas

Lectura Mínima	Lectura Máxima
50 dBA (L₁₀)	90 dbA (L₁₀)
57 dBA (L_{eq})	63 dBA (L_{eq})

Tabla 4.
Resultados monitoreo exterior (JCA): Lecturas de la mañana, tarde y noche L₁₀.

Mañana	Tarde	Noche
66 a 71.7 dBA	56 a 65.7 dBA	46.5 a 60.7 dBA

Tabla 5.

Definiciones de ruido ofrecidas por los maestros encuestados

Molestia causada por un sonido

Sonidos fuertes e innecesarios que alteran el orden

Sonidos a un volumen que no permiten concentración

Sonidos que interrumpen el proceso de enseñanza

Sonidos que no permiten escuchar una conversación normal

Tabla 6.

Sugerencias ofrecidas por los maestros para controlar el ruido en la escuela

Aumentar la vigilancia

Crear un área recreativa para los estudiantes que no tienen clases

Maestros sustitutos

Reducir la población estudiantil

Colocar aisladores de ruido

Campaña educativa intensa

Mejoras a la planta física

Mejorar la planificación de actividades ruidosas

Instalar acondicionadores de aire en todos los salones

Sonar timbres cortos

FIGURAS

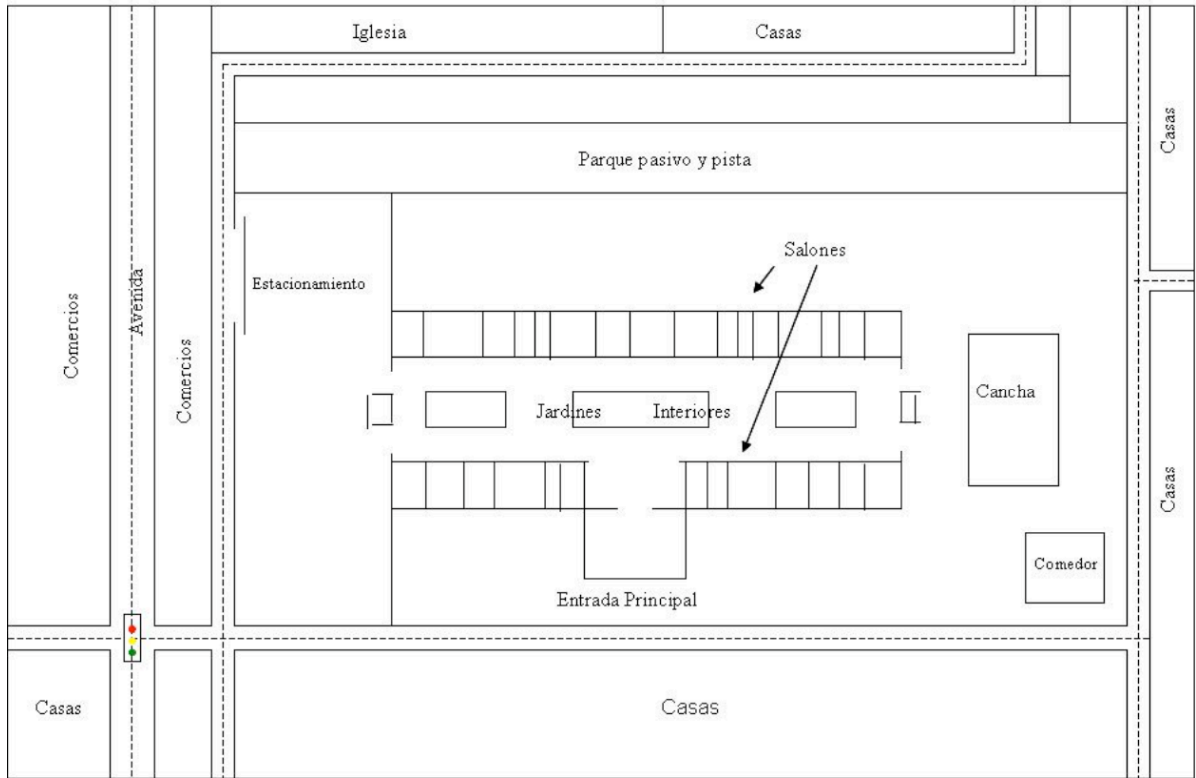
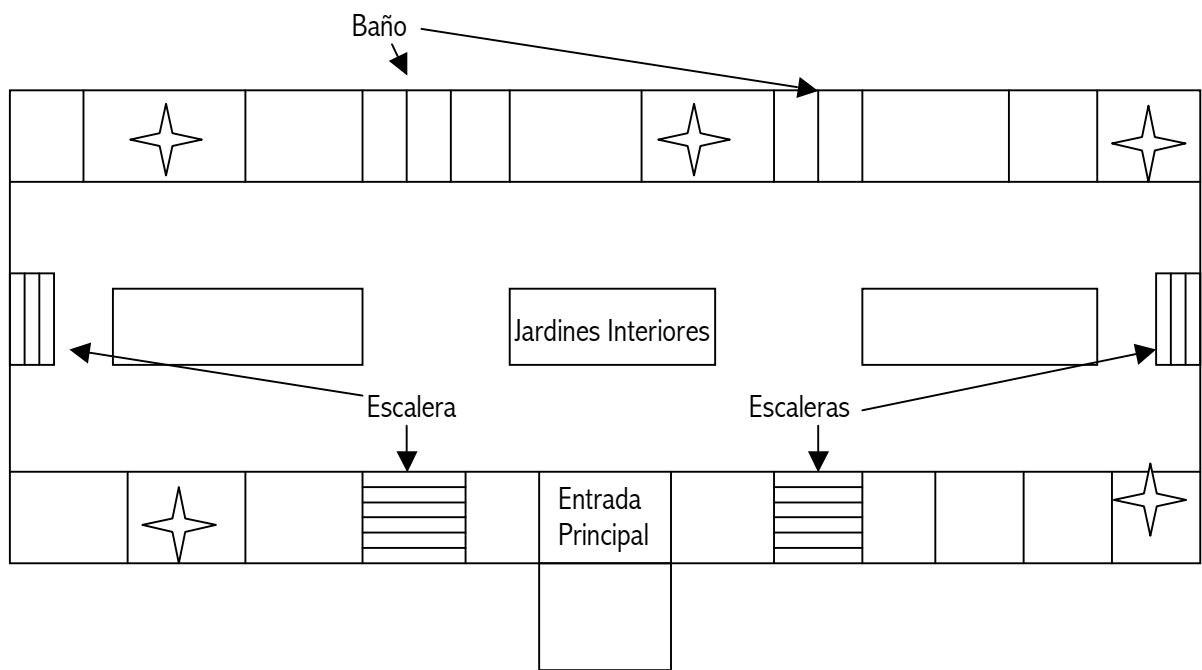


Figura 1. Escuela superior de la región central de Puerto Rico y sus alrededores



✧ = Salones seleccionados para monitoreo.

Figura 2. Diagrama del primer piso de la escuela.

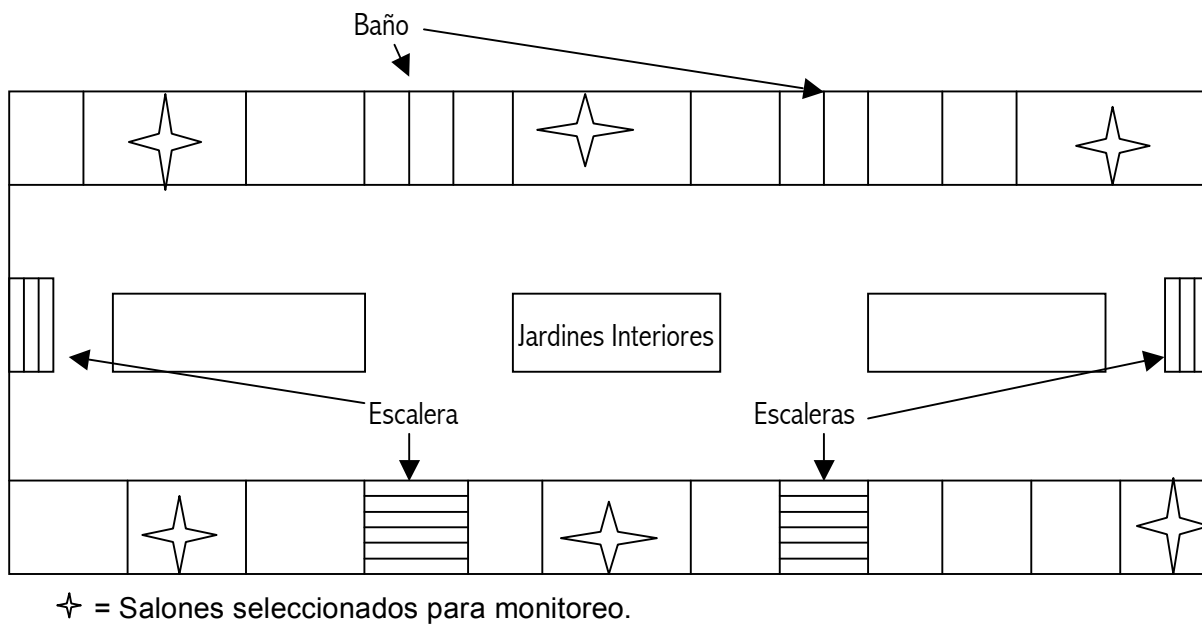


Figura 3. Diagrama del segundo y tercer piso de la escuela.

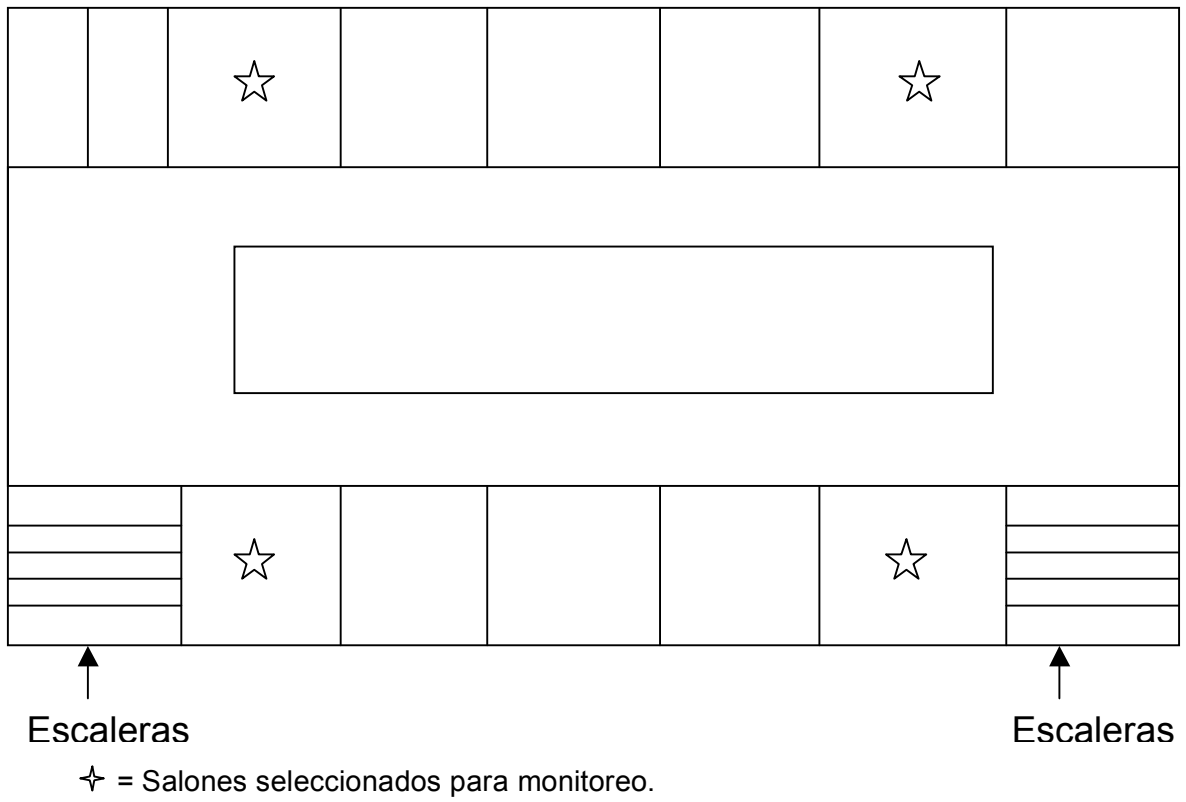


Figura 4. Diagrama del cuarto piso de la escuela.

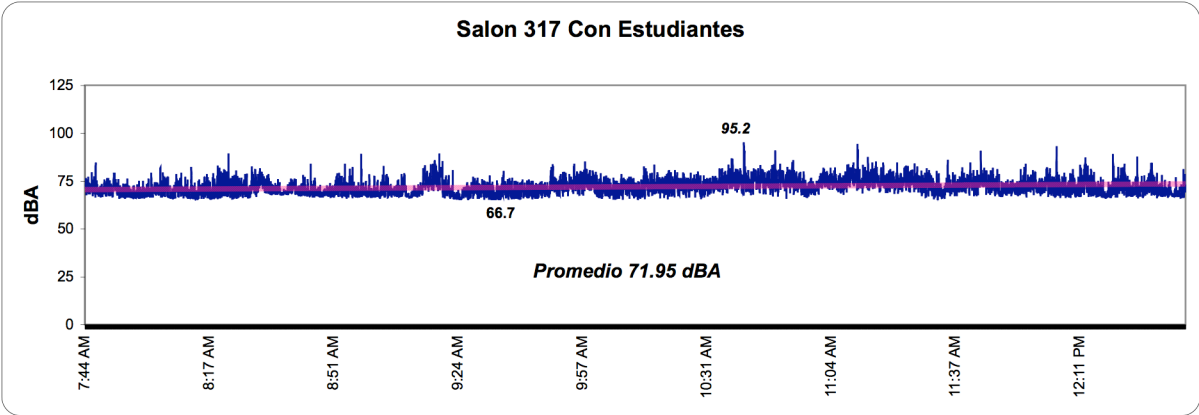


Figura 5. Monitoreo de ruido

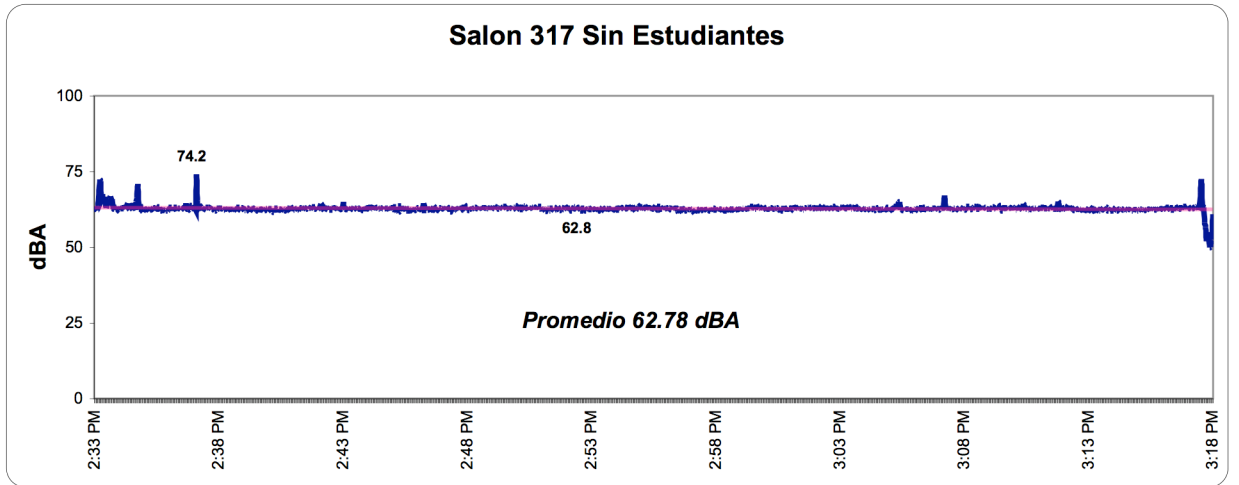


Figura 6. Monitoreo de ruido

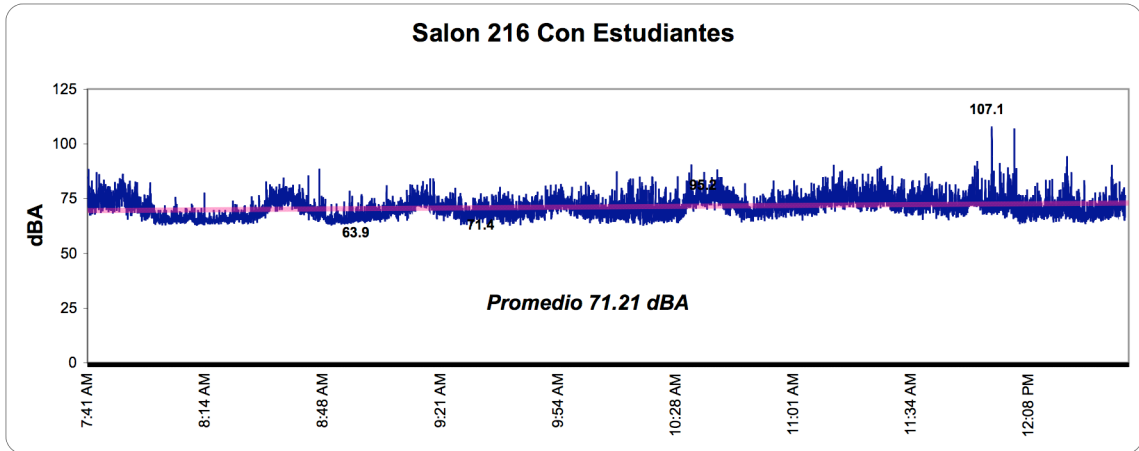


Figura 7. Monitoreo de ruido

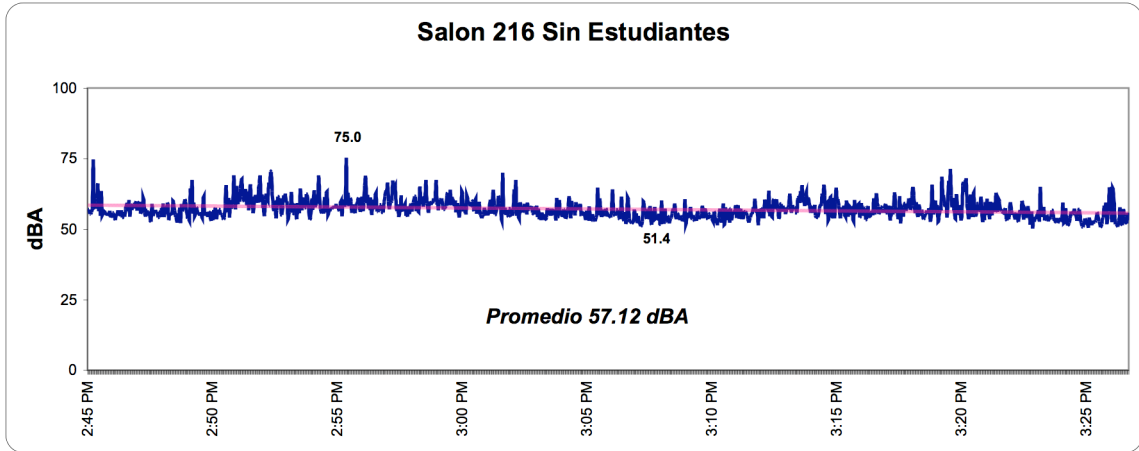


Figura 8. Monitoreo de ruido

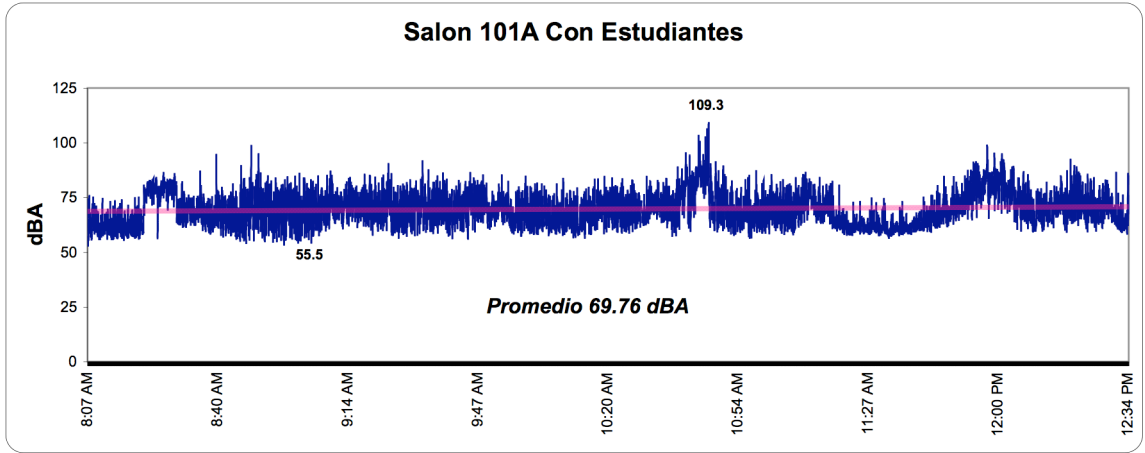


Figura 9. Monitoreo de ruido

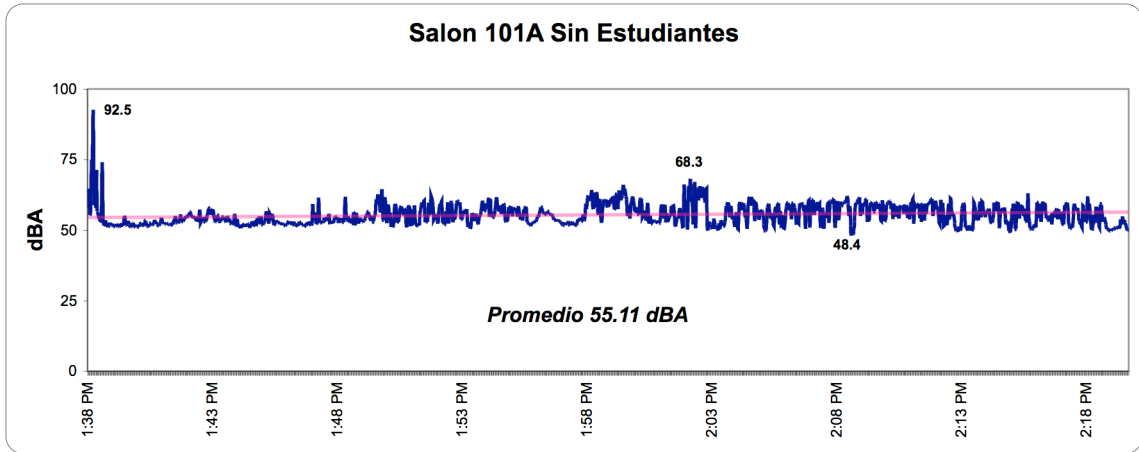


Figura 10. Monitoreo de ruido

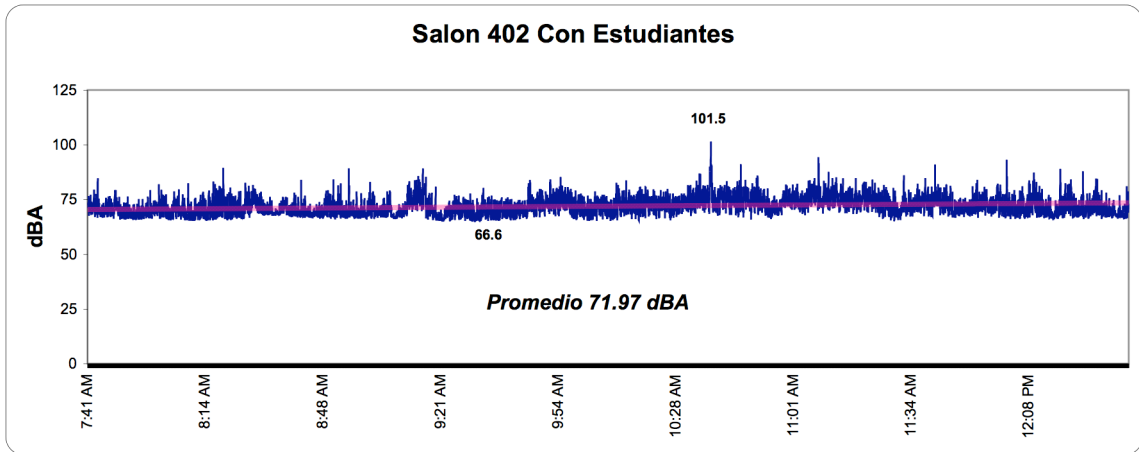


Figura 11. Monitoreo de ruido

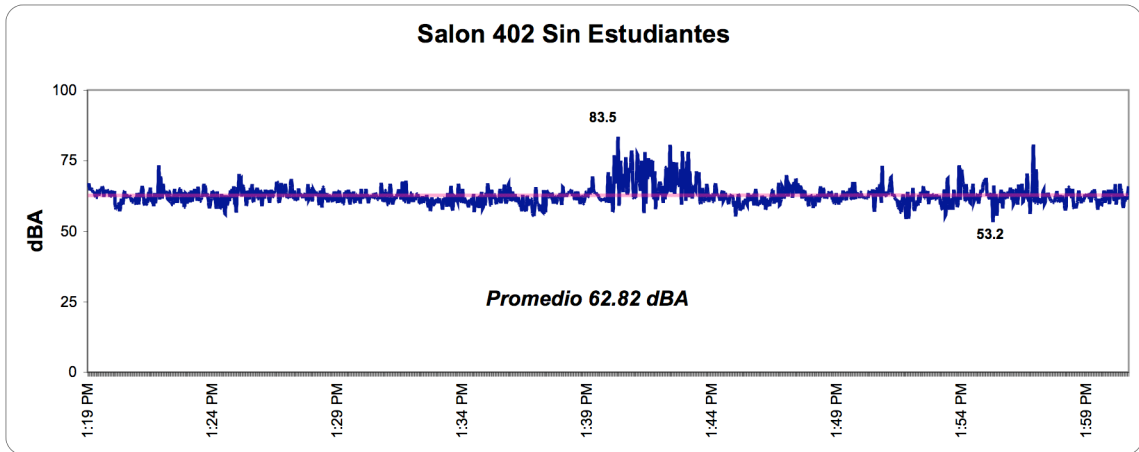


Figura 12. Monitoreo de ruido

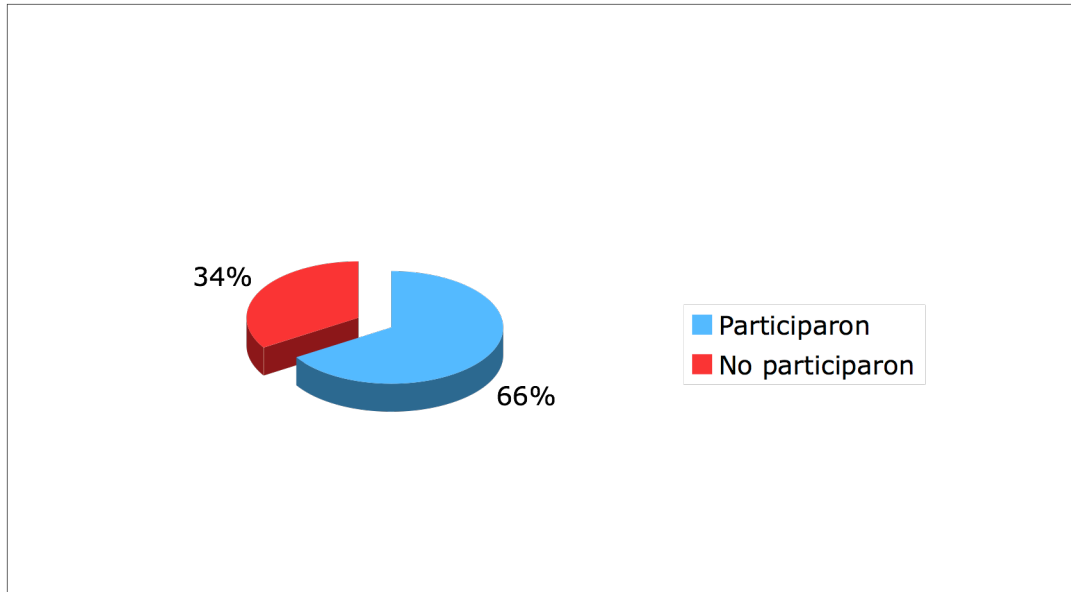


Figura 13. Participación

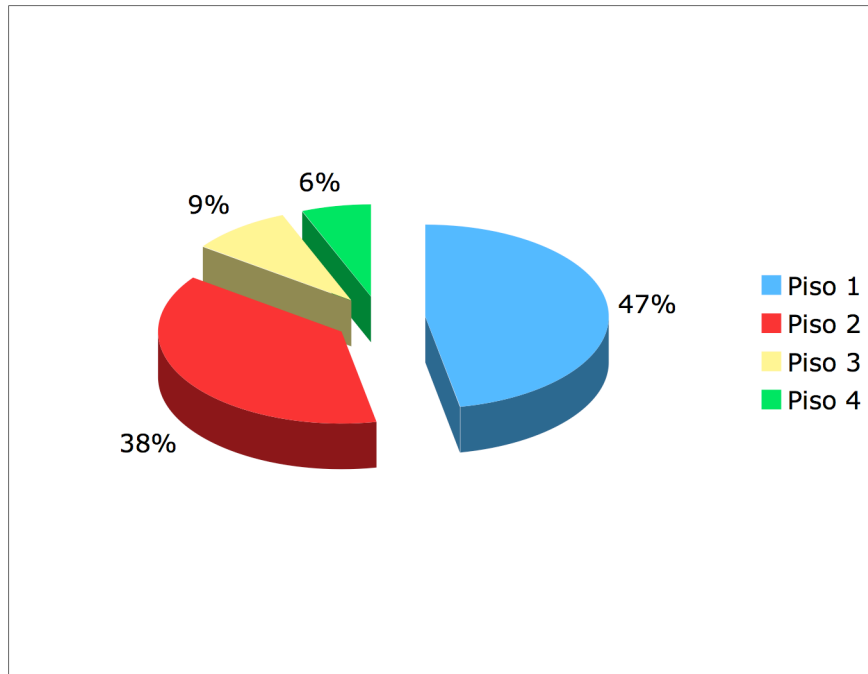


Figura 14. Piso en que ha trabajado durante el último año

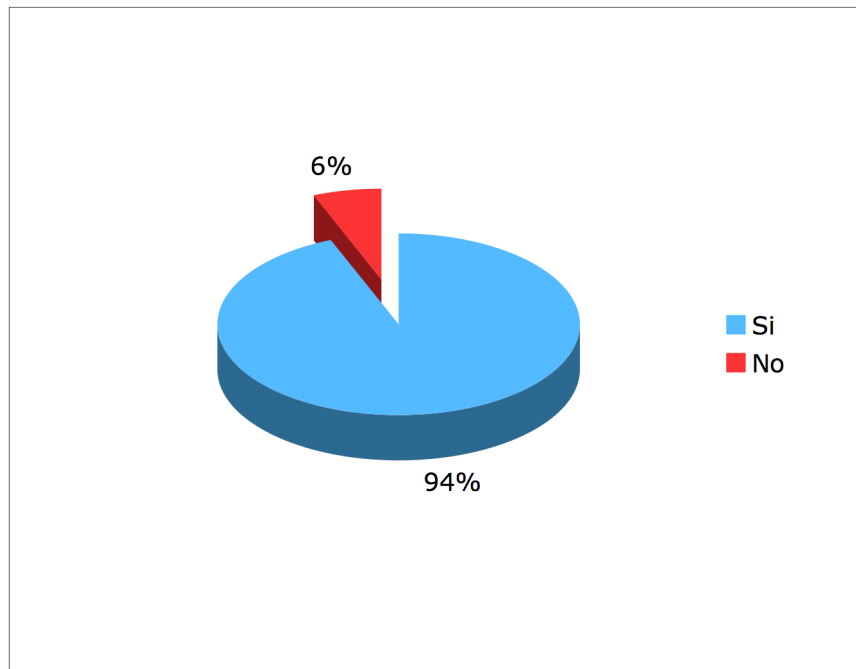


Figura 15. Consideran que hay un problema de ruido en la escuela

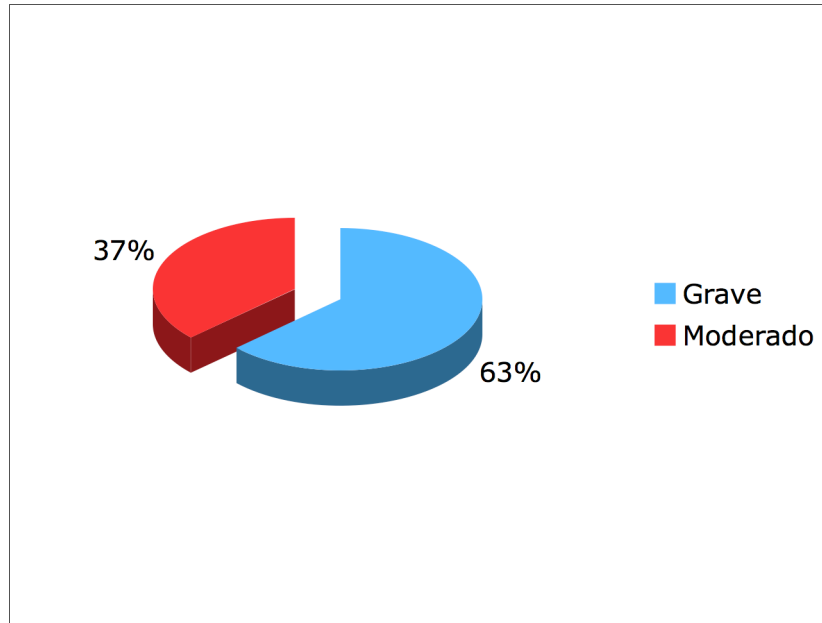


Figura 16. Magnitud del problema de ruido

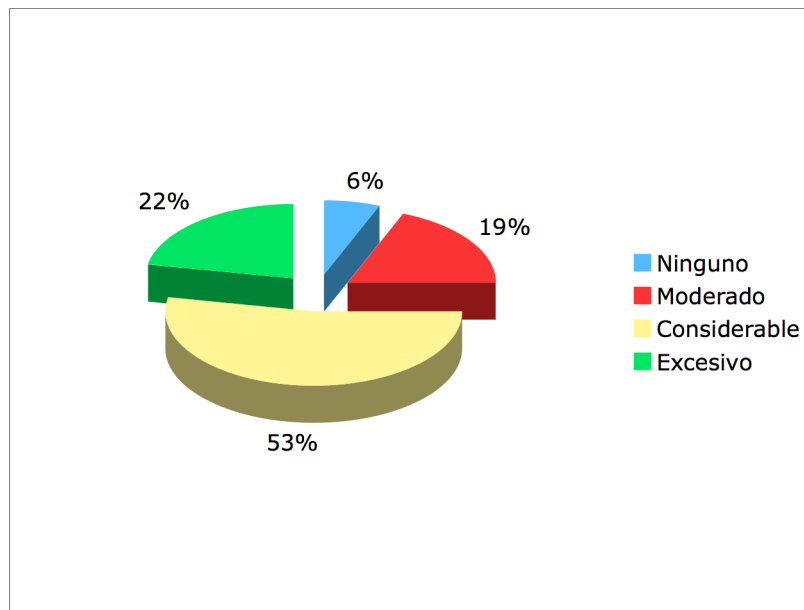


Figura 17. Grado de molestia que le causa el ruido en la escuela

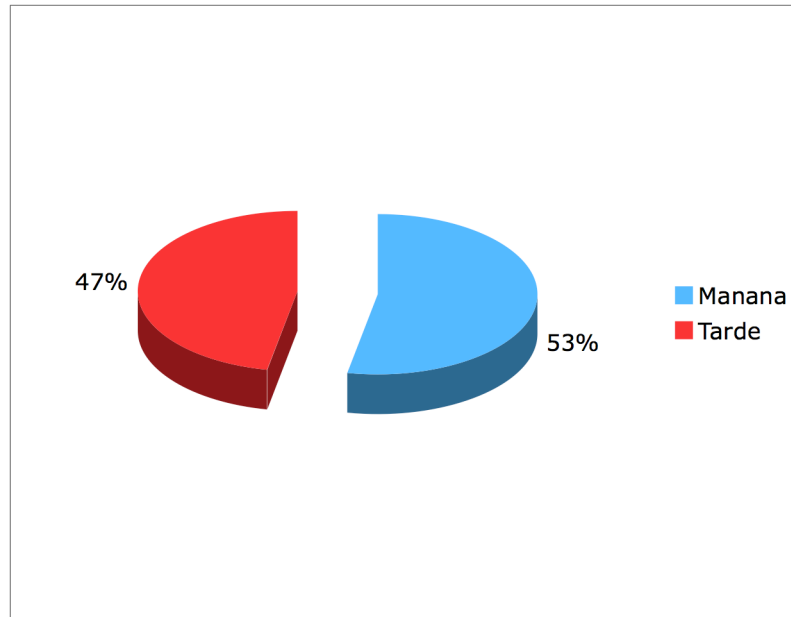


Figura 18. Momento del día en que percibe mayor ruido

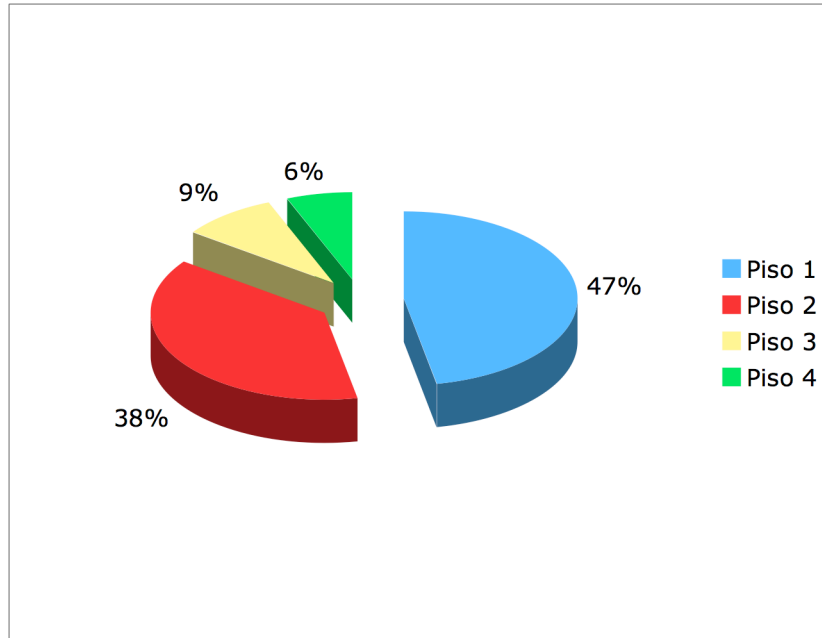


Figura 19. Piso donde percibe mayor ruido

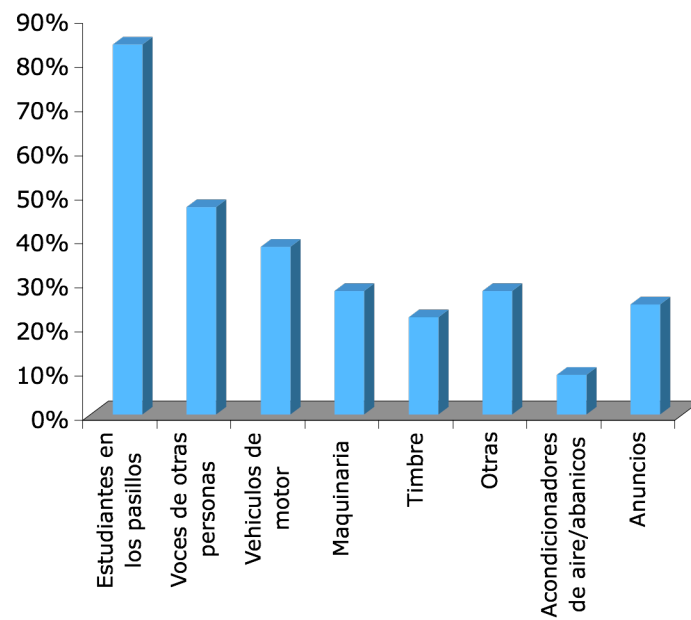


Figura 20. Principal fuente de ruido

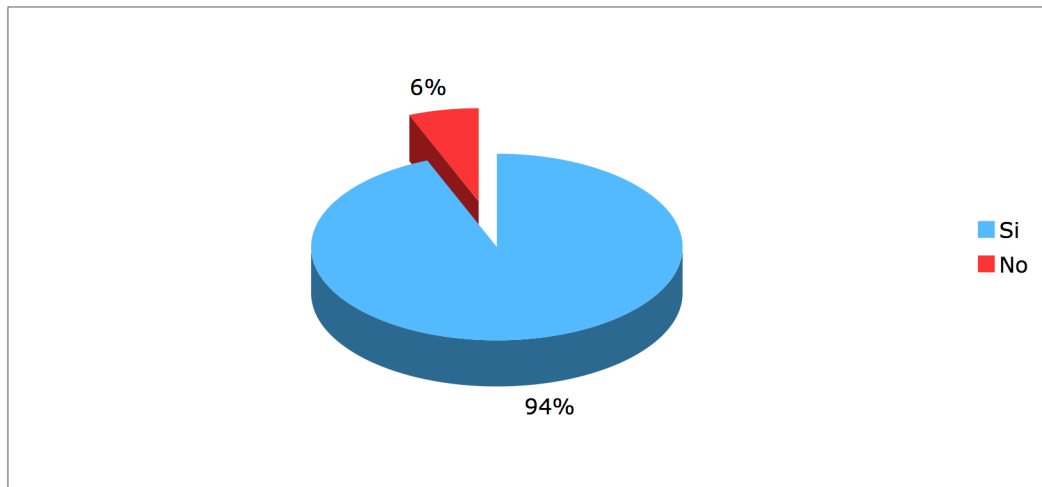


Figura 21. Percibe ruido en su salón cuando no tiene estudiantes

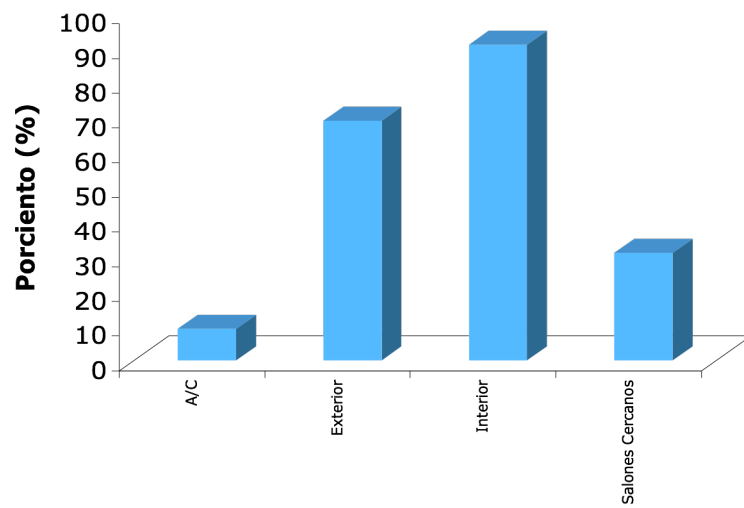


Figura 22. ¿De dónde proviene el ruido?

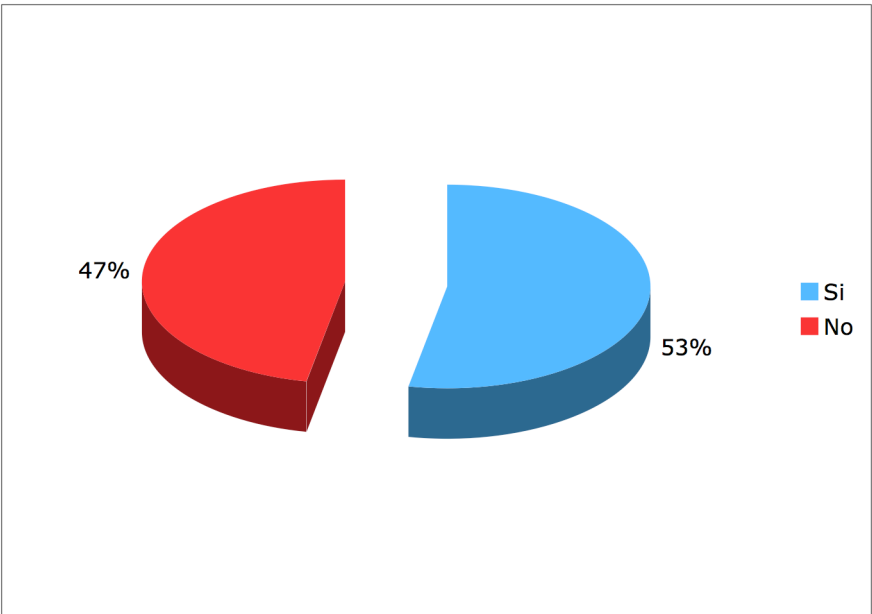


Figura 23. Puede escuchar el tránsito en su salón

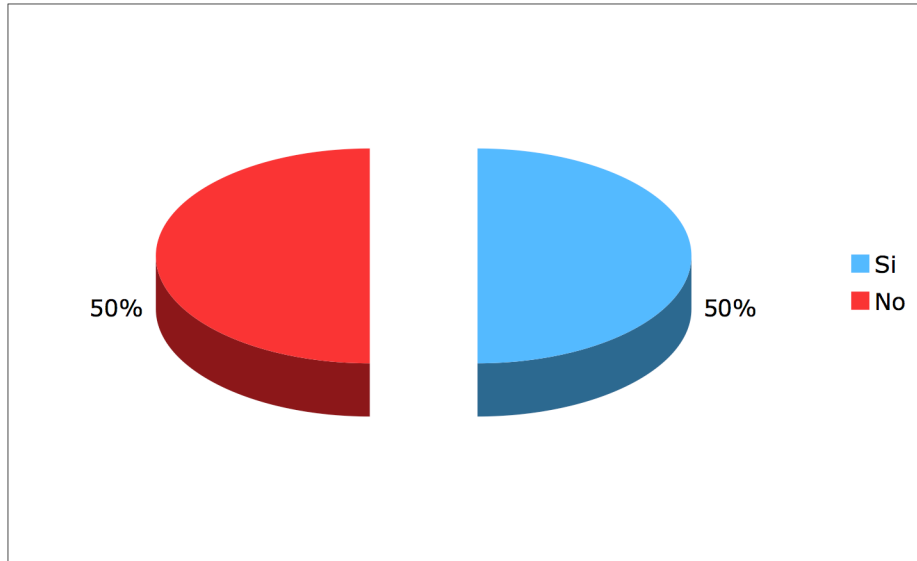


Figura 24. Puede escuchar el zumbido de las lámparas en su salón

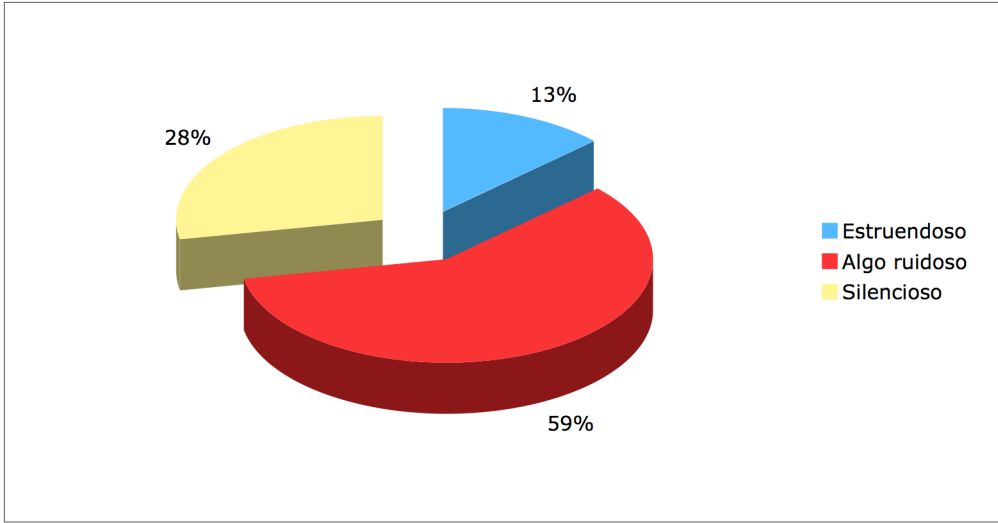


Figura 25. ¿Cómo considera su salón?

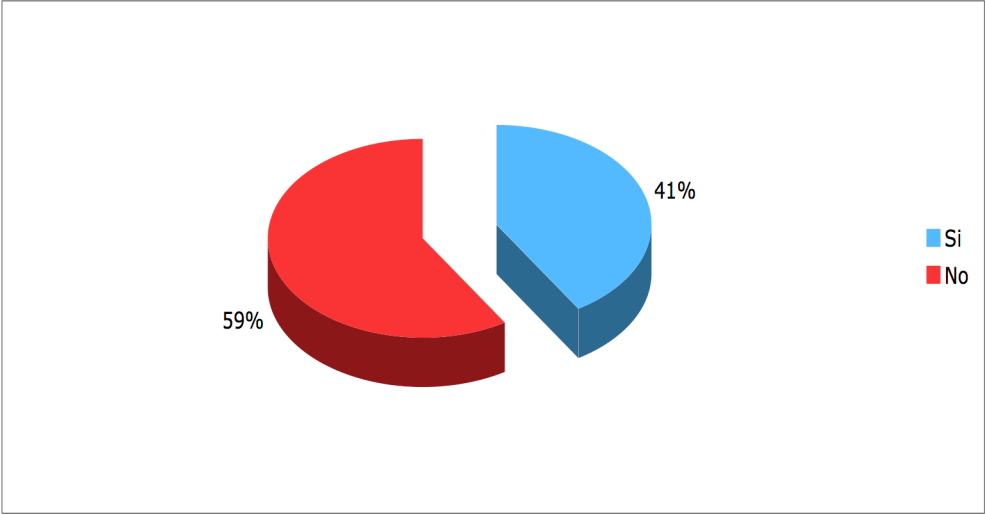


Figura 26. Considera el ambiente de su salón apropiado

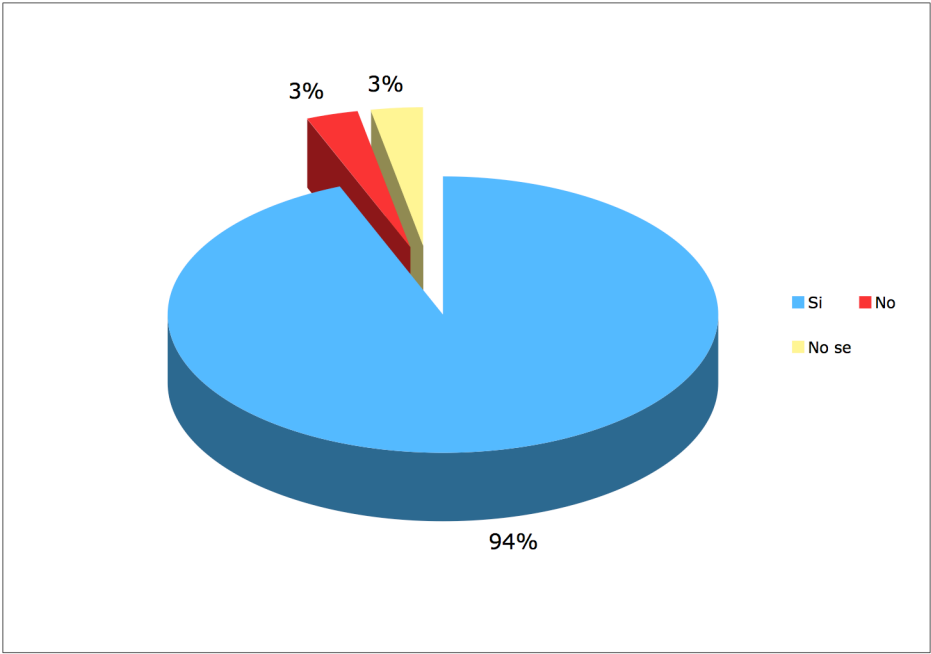


Figura 27. Cree que el ruido pudiera tener efectos nocivos a la salud

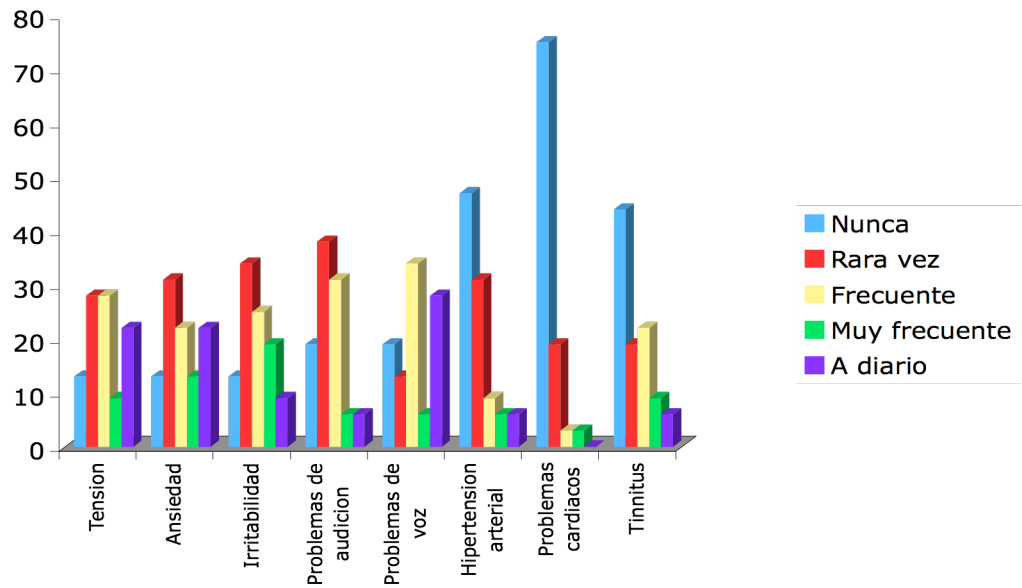


Figura 28. Síntomas presentados durante el último año y frecuencia

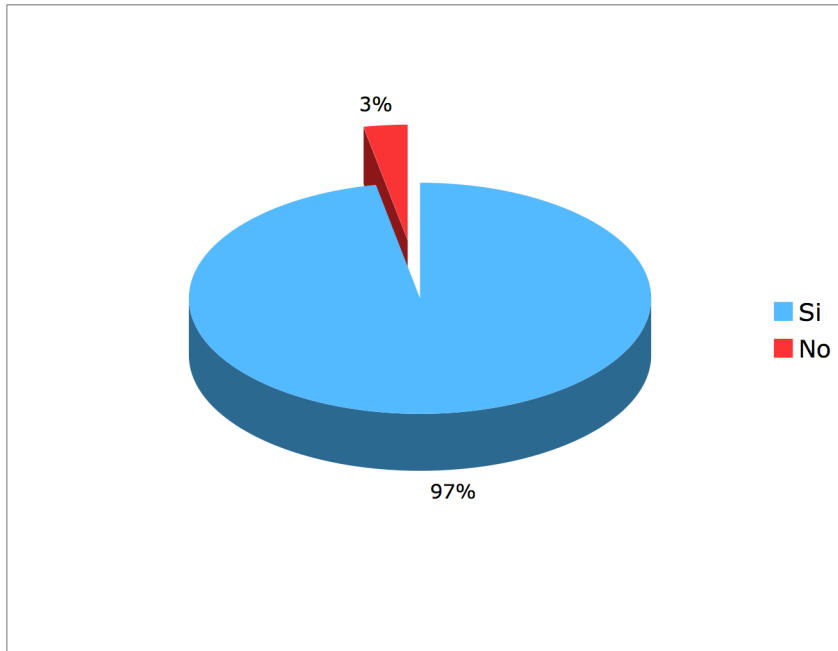


Figura 29. Ha notado mejoría de los síntomas durante vacaciones y fines de semana

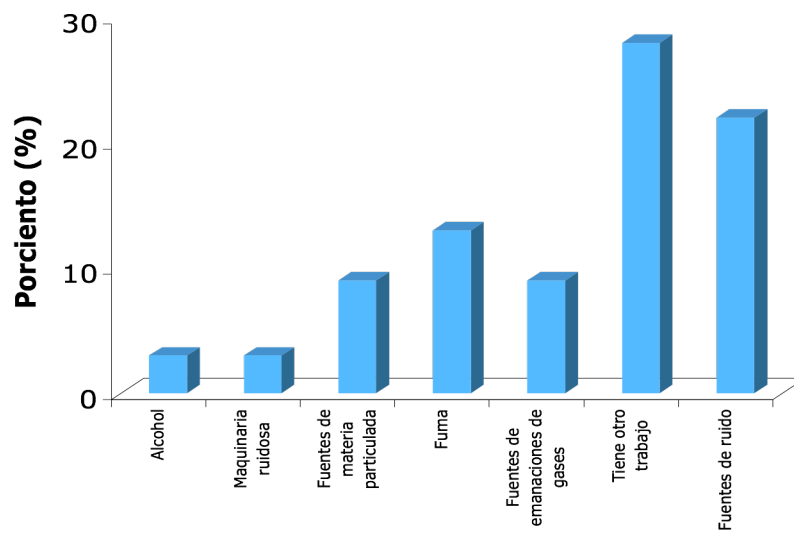


Figura 30. Factores externos que pudieran estar influyendo en los síntomas presentados



Número de Estación: Escuela Manuela Toro Morice Fecha: 11 de febrero de 2009

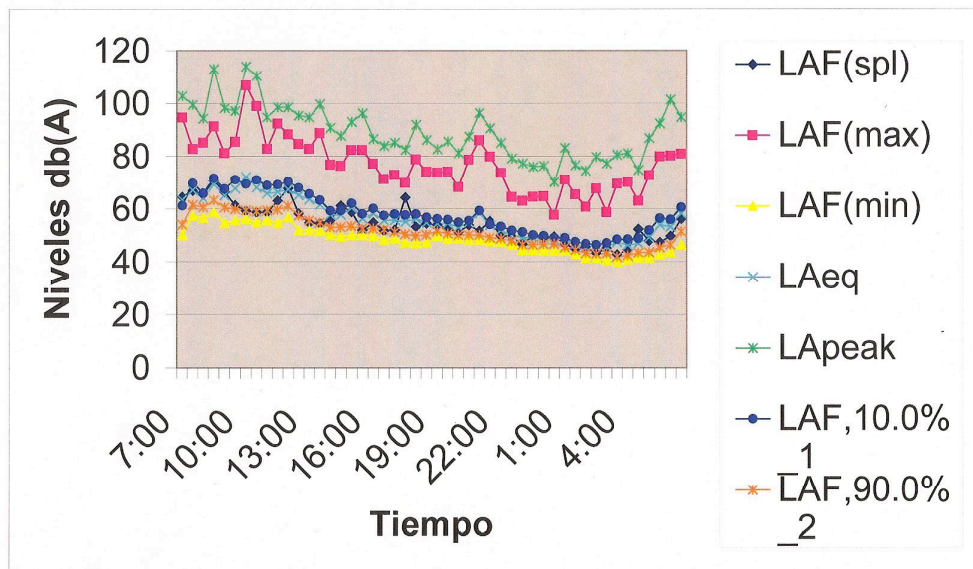


Figura 31. Resultados monitoreo en el exterior de la escuela por JCA

APÉNDICES

APÉNDICE 1
CUESTIONARIO

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:
ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA INTENSIDAD DE RUIDO A LA QUE SE EXPONEN
LOS MAESTROS EN UNA ESCUELA SUPERIOR DE LA REGIÓN CENTRAL DE
PUERTO RICO Y SU PERCEPCIÓN AL RESPECTO.

Cuestionario

Al contestar este cuestionario usted está participando en una investigación sobre el ruido en la escuela. Marque con una X su contestación.

1. ¿En qué piso de la escuela ha trabajado durante el último año?
 1ro 2do 3ro 4to
2. ¿Cómo define usted ruido? _____
3. ¿Considera usted que existe un problema de ruido en la escuela? Sí No
4. Si contestó sí en la pregunta anterior, ¿cómo describiría la magnitud del problema?
 Leve Moderada Grave
5. ¿Cómo describe el grado de molestia que le provoca el ruido en la escuela?
 Ninguno Mínimo Moderado Considerable Excesivo
6. ¿En qué momento del día percibe usted mayor ruido en la escuela?
 En la mañana En la tarde
7. ¿En qué piso percibe mayor ruido?
 1ro 2do 3ro 4to
8. ¿Cuál considera es la principal fuente de ruido en la escuela?
 Anuncios y propaganda comercial a través de altoparlantes.
 El funcionamiento normal de sistemas de acondicionadores de aire o abanicos.
 Las voces de las personas.
 El timbre de entrada, salida y cambios.
 Vehículos de motor: bocinas, sirenas, alarmas, otros.
 Maquinaria pesada
 Estudiantes en los salones y/o pasillos
 Otras: especifique _____
9. ¿Percibe usted ruido en su salón cuando no tiene estudiantes? Sí No



Ana G. Mendez University System
Institutional Review Board (IRB)

Protocol No. 01-192-08
 Approval Date October 27, 2008
 Expiration Date October 27, 2009
 Signature Gwendolyn Ballarín

Cuestionario

Al contestar este cuestionario usted está participando de una investigación sobre el ruido en la escuela. Marque con una X su contestación.

10. Si contestó sí a la pregunta anterior, ¿de dónde cree que proviene el ruido? Marque todas las que apliquen.

- Del acondicionador de aire.
- Del exterior del edificio.
- Del interior del edificio.
- De los salones cercanos.

11. ¿Puede usted escuchar en su salón el ruido del tránsito? Sí No

12. ¿Puede usted escuchar en su salón el zumbido de las lámparas? Sí No

13. ¿Cómo considera su salón? Estruendoso Algo Ruidoso Silencioso

14. ¿Considera usted apropiado el ambiente de su salón? Sí No
 Explique su respuesta. _____

15. ¿Cree usted que el ruido pudiera tener algún efecto nocivo a la salud?
 Sí No No sé

16. Identifique en la siguiente tabla aquellos síntomas que experimentó durante el pasado año y que usted entiende ha sido debido a la exposición al ruido en el salón de clases; especifique la frecuencia con la cual los ha experimentado.

Síntoma	Frecuencia				
	Nunca	Rara vez	Frecuente	Muy frecuente	A diario
Tensión					
Ansiedad					
Irritabilidad					
Problemas de audición					
Problemas de voz					
Hipertensión arterial					
Problemas cardiacos					
Pitos o zumbidos en el oído (tinnitus)					

17. ¿Ha notado usted alguna mejoría en los síntomas anteriormente identificados durante sus vacaciones o fines de semana? Sí No



Ana G. Mendez University System
 Institutional Review Board (IRB)

Protocol No. 01-192-08
 Approval Date October 27 2008
 Expiration Date October 27 2009
 Signature [Handwritten Signature]

Cuestionario

Al contestar este cuestionario usted está participando de una investigación sobre el ruido en la escuela. Marque con una X su contestación.

18. ¿Realiza usted alguna de estas actividades? Marque todas las que apliquen.

- Fuma o vive con un fumador
- Toma bebidas alcohólicas con regularidad
- Tiene otro trabajo
- Músico aficionado o profesional
- Corre motoras, "four tracks" u opera con regularidad alguna maquinaria ruidosa

19. ¿Vive usted cerca de alguna fuente de:

- ruido. ¿Cuál o cuáles? _____
- emanaciones de gases. ¿Cuál o cuáles? _____
- emanaciones de materia particulada. ¿Cuál o cuáles? _____
- algún otro contaminante. Especifique: _____

20. ¿Qué sugerencias ofrece para controlar el ruido en la escuela?

Gracias por su colaboración.



Ana G. Mendez University System
Institutional Review Board (IRB)

Protocol No. 01-192-08
Approval Date October 27, 2008
Expiration Date October 27, 2009
Signature [Handwritten Signature]

APÉNDICE 2
APROBACIÓN CUESTIONARIO POR IRB



**AGUMS Office of Regulatory Compliance
Institutional Review Board (IRB)**

Date: October 27, 2008

Protocol Number: 01-192-08

Principal Investigator/Student: Antonia López Rivera

**Department / Division: Universidad Metropolitana, Recinto de Cupey,
Escuela de Asuntos Ambientales**

Mentor: Dr. Neftalí García Martínez

Title: Análisis y evaluación de la intensidad de ruido a la que se exponen los Maestros en una Escuela Superior de la Región Central de Puerto Rico y su percepción al respecto.

This is to certify that the above referenced research proposal/protocol received by the Research Compliance Office was Screened and Reviewed this type of research qualifies for Exempt Review under FDA and OHRP regulation. This confirms that your application was full approved at the Institutional Review Board meeting. After the completions of the study remember fill out the form #4 "Closure Form".

This action involves:


- | | |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> New proposal/project | <input type="checkbox"/> Amendment |
| <input type="checkbox"/> Waiver of Consents | <input type="checkbox"/> Adverse Events |
| <input type="checkbox"/> Continuing Review of Previously Approved Protocol | <input type="checkbox"/> Serious Adverse Events |
| <input type="checkbox"/> Protocol Amendment | |

The following documents were reviewed under this submission:

- | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> Protocol | <input checked="" type="checkbox"/> Human Subject Certified |
| <input type="checkbox"/> Assent Document
English and Spanish Version | <input type="checkbox"/> Investigator Brochure |
| <input checked="" type="checkbox"/> Informed Consent Document
Spanish Version | <input checked="" type="checkbox"/> Authorization Letter |
| <input type="checkbox"/> Letter of Amendment | <input checked="" type="checkbox"/> Informative Sheet |
| <input checked="" type="checkbox"/> Survey Instrument | <input checked="" type="checkbox"/> Curriculum Vitae |
| <input type="checkbox"/> Package Insert | <input type="checkbox"/> HIPAA Certified |
| <input type="checkbox"/> Advertisement | <input type="checkbox"/> FDA #1572 |
| | <input checked="" type="checkbox"/> RCR Certified |
| | <input type="checkbox"/> Others: |

You may conduct your study as submitted for a period of one year up to October 27, 2009. Contact the Office of Research Compliance (787)751-0178 ext 7218, if you have any questions or require further information.

Cordially,


Lourdes Maldonado, Ed. D.
IRB Member

APÉNDICE 3
AUTORIZACIÓN DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN

Distrito Escolar Caguas Norte I
Centro de Desarrollo Profesional

Tel. (787) 743-4780
 746-2777
 Fax. (787) 746-5557

Centro Judicial Piso #8 • Apartado 5759 • Caguas, Puerto Rico 00726

Nombre del Estudiante (Investigador): Antonia López Rivera
 Universidad: Universidad Metropolitana (Umet)
 Título de la Investigación: Análisis y Evaluación de la Intimidación
 Fecha: de título a la que se exponen los Maestros
27 febrero 2008.

HOJA DE COTEJO

**SOLICITUD DE VALIDACION DE INSTRUMENTOS E INVESTIGACIONES
 EN EL DEPARTAMENTO DE EDUCACION**

I. Requisitos para realizar una investigación

Requisito	Sí	No
1. Completar la solicitud de autorización para llevar a cabo la validación de instrumentos e investigaciones en el Departamento de Educación.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Radicar la solicitud con 6 semanas de anticipación a la fecha en que se iniciará la validación de los instrumentos o se llevará a cabo la investigación.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. La solicitud debe ser firmada por el maestro, profesor, consejero, por el director de la institución, agencia, según aplique en cada caso.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. La solicitud debe incluir los siguientes documentos:		
a. propuesta de investigación o resumen resumen = incluir propósito de la investigación, preguntas, muestra (# de participantes), escuelas o dependencias que se visitarán, técnica de recopilación de datos, procedimiento y el análisis de datos.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. copia del (los) instrumento (s) que se utilizarán. Si el solicitante no es el autor del instrumento, se requerirá la autorización del autor para su uso.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c. carta de presentación del solicitante para quienes participen en la investigación: - nombre del investigador, universidad, agencia, institución que solicita y que auspicia el estudio, especificar el título a quien va dirigido el estudiante, propósito del estudio, firma, fecha (proveer espacio para indicar si se grabará), ¿en que consistirá su participación?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ch. carta de presentación y solicitud de autorización dirigida a los padres para la participación de los hijos en el estudio (cuando hay estudiantes involucrados) - fecha, título, nombre del investigador, nombre del estudiante, proveer para la autorización o denegación de permiso del padre o encargado, firma y fecha en que firma la misma • Toda investigación que requiera la participación de menores, revisión de los expedientes de los estudiantes, deberá contar con la autorización de los padres o encargados, por escrito.		N/A
d. modelo de la carta de consentimiento - fecha, nombre del investigador y título (ver indicaciones página 2d)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Toda investigación que requiera la participación directa de estudiantes o de personal del Departamento de Educación, deberá contar con la autorización voluntaria de éstos, por escrito.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Requisito		
	Sí	No
e. hoja de compromiso completada y firmada por el solicitante para la entrega de la tesis o el informe final de la investigación, según aplique (ver indicaciones)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f. lista de personas que acompañarán al solicitante, si aplica. - nombre y apellidos de los acompañantes y su función en la validación del instrumento		N/A
5. Entrega de cartas de consentimiento firmadas por los sujetos que participaron en la investigación, las cuales serán archivadas en la oficina del director escolar o dependencia del Departamento de Educación, donde se llevó a cabo la validación o el estudio.		

Jalet Caballero Santos
 Vo. Bo. Superintendente

Andrés
 Maestro (a)

SUPERINTENDENTE DE ESCUELAS
 DISTRITO ESCOLAR CAGUAS NORTE I
 CENTRO JUDICIAL PISO 8
 PO BOX 5769
 CAGUAS, PR 00726

APÉNDICE 4
HOJA DE ANOTACIONES PARA EL ANÁLISIS
SOBRE LA INTENSIDAD DEL RUIDO

HOJA DE ANOTACIONES PARA EL ANÁLISIS SOBRE LA INTENSIDAD DEL RUIDO

Número de Salón: _____

Fecha del monitoreo: _____

Año de construcción: _____

Medidas	L:	W:	H:
Tratamientos acústicos	Sí:	No:	¿Cuál?
Paredes temporeras/removibles	Sí:	No:	Material:
Acondicionadores de aire (en funcionamiento)	Sí:	No:	Cantidad:
Abanicos (en funcionamiento)	Sí:	No:	Cantidad:
Intensidad de ruido	L10:	L-90:	

Situaciones particulares observadas durante el monitoreo:

APÉNDICE 5
GLOSARIO DE TÉRMINOS

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Decibelio (dB)	Diez veces el logaritmo decimal del cociente de dos medidas de potencia, una de las cuales se toma como referencia.
dBA	Decibelios en escala de ponderación A.
Escala de ponderación A	Pretende simular la respuesta del oído a niveles de presión acústica bajos.
Escala de ponderación C	Está diseñada para simular la respuesta del oído a niveles de presión acústica altos.
Frecuencia	Número de variaciones de presión que tienen lugar en un segundo. Unidad de frecuencia es el ciclo por segundo o hercio (Hz).
Intensidad acústica	El nivel de presión de sonido medido mediante las características de medición y escalas A, B, ó C, como lo especifica la American National Standards Institute (ANSI), "Specification for Sound Level Meters", SI-4-1971, o la última versión.

L₁₀	Nivel acústico superado durante el 10% del tiempo para el periodo bajo consideración. Medida de la frecuencia.
L₉₀	Valores superados durante el 90% del tiempo para el periodo bajo consideración. Se puede considerar como ruido en estado puro (ruido de fondo).
L_{eq} (Nivel sonoro equivalente)	Medición del sonido continuo equivalente (promedio).
L_{max}	Máximo nivel de presión acústica que se registra durante el tiempo de exposición. Se expresa en dB.
Longitud de onda	La distancia que recorre un frente de ondas en un periodo completo de oscilación.
Onda acústica	Son las variaciones periódicas ondulatorias de sonido en la densidad y en la presión del medio.
Reverberación	Persistencia de un sonido reflejado en un recinto después de que su fuente ha dejado de emitir sonido.
Sonómetro	Instrumento diseñado y construido para medir el nivel de presión acústica de los ruidos ambientales,

de acuerdo con la "American National Standards Institute (ANSI), "Specification for Sound Level Meters", SI-4-1971, Type 2, o la última versión.

Tinnitus

Es el término médico para el hecho de "escuchar" ruidos en los oídos cuando no hay una fuente sonora externa. Los sonidos que uno escucha pueden ser suaves o fuertes y pueden sonar como silbido, soplo, rugido, zumbido, susurro o chirrido. La persona incluso puede pensar que está escuchando el escape del aire, agua corriendo, el interior de una concha marina o notas musicales.

APÉNDICE 6
NIVELES DE EMISIONES DE RUIDO SEGÚN EL
REGLAMENTO PARA EL CONTROL DE RUIDO DE LA JCA

Niveles de emisiones de ruido (dBA)

Fuente Emisora	Zonas Receptoras							
	Zona I (Res.)		Zona II (Com.)		Zona III (Indus.)		Zona IV (Tranq.)	
	Diurno	Nocturno	Diurno	Nocturno	Diurno	Nocturno	Diurno	Nocturno
Zona I (Res.)	60	50	65	55	70	60	50	45
Zona II (Com.)	65	50	70	60	75	65	50	45
Zona III (Indus.)	65	50	70	65	75	75	50	45

JCA (1987) Reglamento para el control de ruido.

APÉNDICE 7
GUÍA PARA EL RUIDO COMUNITARIO DE LA OMS
FACT SHEET NO. 258

Guía para el ruido comunitario de la OMS.

Ambiente	Efecto a la Salud	Intensidad de sonido (dBA)	Tiempo (horas)
Exterior áreas residenciales	Molestia	50-55	16
Interior de viviendas	Lenguaje incomprensible	35	16
Habitaciones	Alteración del sueño	30	8
Salones de clases	Alteración de la comunicación	35	Durante clases
Áreas comerciales, industriales y transitadas	Alteración auditiva	70	24
Música con audífonos	Alteración auditiva	85	1
Ceremonias y entretenimientos	Alteración auditiva	100	4

OMS (2001) Occupational and Community Noise, Fact Sheet No. 258

APÉNDICE 8
EXPOSICIONES PERMISIBLES A RUIDO
NORMA DE EXPOSICIÓN AL RUIDO OCUPACIONAL 4 OSH 1910.95

Exposiciones permisibles a ruido.

Duración por día, horas	Intensidad de sonido dBA registro lento
8	90
6	92
4	95
3	97
2	100
1½	102
1	105
½	110
¼ o menos	115

OSHA (1981) Norma de Exposición al Ruido Ocupacional 4 OSH 1910.95