

ESTUDIO DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA EN UN COLEGIO DE VALPARAÍSO

STUDY OF NOISE POLLUTION IN A SCHOOL IN VALPARAÍSO

Dennise Saavedra • Franchesca Jara • Valentina Castro • Camila López
Alexandra Gálvez • Constanza Núñez • Daniel Sanhueza • Matías Salgado • Javiera Castro
Caroline Simahan • Javiera Acevedo • Francisca Palma
Profesor Guía: Alan Ávila
Asesor Científico: Francisco Vera
Colegio San Vicente • Valparaíso
alan.avila.p@gmail.com

Resumen

Estamos tan acostumbrados al ruido en el desarrollo de nuestras actividades que no le damos importancia al daño auditivo que éste nos puede provocar, preocupados por esta situación es que en la presente investigación se propuso determinar la dosis de ruido a la que los alumnos del colegio San Vicente están expuestos y de esta manera disponer de datos que nos permitan verificar los niveles de contaminación acústica presentes en él. La metodología utilizada para realizar las mediciones se basó en un instructivo de medición del MINSAL. Se estableció que la dosis de ruido diaria a la que están sometidos los alumnos del colegio es inferior a 1 por lo que no se encuentra dentro de valores considerados peligrosos según estándares nacionales. La información fue utilizada para elaborar un mapa de ruido y así poder en el futuro crear medidas de mitigación en las zonas que se encuentran con niveles más altos.

Palabras claves: Contaminación acústica; Dosis de ruido; Tipos de ruido; Nivel de presión sonora.

Abstract

We are very used to noise in the development of our activities that we do not give importance to the hearing damage that this can cause us. Due to the relevance of this situation in the present investigation, we set out to determine the dose of noise to which the students of the San Vicente school (Valparaíso) are exposed and in this way have data that allow us to verify the levels of noise pollution to which the students are exposed. The methodology used to carry out the measurements was based on a MINSAL measurement guide. The daily noise dose to which the students are subjected is less than 1. This way it can be indicated that the students are not within noise values considered dangerous according to national standards. The information was used to create a noise map with the purpose of creating future mitigation measures in the areas with higher levels.

Keywords: Acoustic pollution; Noise dose; Noise types; Sound pressure level.

El proyecto fue presentado en:

- 1° Congreso Provincial de Investigación Científica Explora, Valparaíso 2016.
- 13° Congreso Regional Explora Valparaíso 2016.



Introducción

El progreso de la humanidad ha traído consigo una serie de repercusiones negativas, entre ellas, y a pesar de producir mucho ruido permanece silenciosa la contaminación acústica. En trabajos como el de Lucic (2009) se señala la importancia de concientizar a la población sobre los efectos dañinos de este tipo de contaminación, entre los que destaca: el deterioro auditivo, efectos somáticos como el estrés, dificultad para conciliar el sueño, repercusiones en estudiantes como el deterioro cognitivo manifestado en menores habilidades para la lectura, menoscabo de la memoria a corto y largo plazo, problemas para lograr motivación y atención prolongada. Martínez y Peters (2015) explican que el riesgo para la salud a mediano plazo causado por el ruido en el mundo es muy superior a los del tabaquismo pasivo y la contaminación del aire, estos temas reciben gran atención de la prensa y la administración pública lo que según estos autores no ocurre con la contaminación de tipo acústica.

En la Universidad Nacional de Colombia (2007) se realizó una recopilación de trabajos en donde se mide la contaminación acústica que afecta a estudiantes al interior de sus aulas, este tipo de trabajo permite establecer protocolos para reducir los niveles de ruido en el caso que sea necesario y de esta manera atender a necesidades de salud pública y la mejora en los aprendizajes de estudiantes. La gran mayoría de ellos además coincide en la importancia de generar información que permita establecer valores históricos de contaminación acústica en las aulas de clase, para de esta manera realizar comparaciones futuras que permitan identificar el deterioro del espacio físico como puertas y ventanas o un aumento en el tránsito vehicular.

Si bien el ruido siempre ha existido, debido a la revolución industrial, el crecimiento de las ciudades y el desarrollo de nuevas formas de transporte, hoy en día se ha transformado en un problema de proporciones y proyección, como se dijo esto provoca tanto un daño en la salud, como en el desarrollo cognitivo de la población, es necesario generar conciencia de esta situación en arquitectos, ingenieros, educadores y por sobre todo en las nuevas generaciones, que son las que recibirán un mundo congestionado, con escasas áreas verdes y sin mayor planeación en materiales de construcción de edificaciones, factores que seguirán dando al ruido un protagonismo constante y progresivo en el tiempo (Martínez y Peters, 2015).

A continuación, se detallan elementos teóricos que resultan fundamentales para entender nuestra investigación.

Cuando hablamos de ruido lo podemos clasificar en tres tipos:

Ruido estable: es aquel ruido que presenta fluctuaciones del nivel de presión sonora instantáneo inferiores o iguales a 5 dB(A) lento, durante un período de observación de 1 minuto.

Ruido fluctuante: es aquel ruido que presenta fluctuaciones del nivel de presión sonora instantáneo superiores a 5 dB(A) lento, durante un período de observación de 1 minuto.



Ruido impulsivo: es aquel ruido que presenta impulsos de energía acústica de duración inferior a 1 segundo a intervalos superiores a 1 segundo.

Fuente: MINSAL (2015)

Ahora que conocemos los tipos de ruido es necesario conocer algunas definiciones que nos serán útiles para entender la toma de datos.

Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente (NPSeq)
Es aquel nivel de presión sonora constante, expresado en decibeles A, que en el mismo intervalo de tiempo, contiene la misma energía total (o dosis) que el ruido medido.

Nivel de Presión Sonora Máximo (NPS max)
Es el máximo Nivel de Presión Sonora registrado durante un período de medición dado.

Nivel de Presión Sonora Mínimo (NPSmin)
Es el mínimo Nivel de Presión Sonora registrado durante un período de medición dado.

Respuesta Lenta o Slow
Es la respuesta del instrumento de medición que evalúa la energía media en un intervalo de 1 segundo. Cuando el instrumento mide el nivel de presión sonora con respuesta lenta, dicho nivel se denomina NPS Lento. Si además se emplea el filtro de ponderación A, el nivel obtenido se expresa en dB(A) Lento.

Nivel de Presión Sonora Peak (NPSpeak)
Nivel de presión sonora instantánea máxima durante un intervalo de tiempo establecido. No debe confundirse con NPSmáx, ya que éste es el máximo valor eficaz (no instantáneo) en un periodo dado.

Fuente: MINSAL (1999)

Cuando obtengamos nuestros datos necesitaremos compararlos con lo que propone como estándar la Organización Mundial de la Salud OMS y el MINSAL. A continuación, se exponen los tiempos máximos a los que puede estar sometida una persona a un nivel de presión sonora equivalente NPSeq específico.

NPseq (dB (A) LENTO)	Tiempo de exposición por día		
	Horas	Minutos	Segundos
80	24.00		
81	20.16		
82	16.00		
83	12.70		
84	10.08		
85	8.00		
86	6.35		
87	5.04		
88	4.00		
89	3.17		
90	2.52		
91	2.00		
92	1.59		
93	1.26		
94	1.00		
95		47.40	
96		37.80	
97		30.00	
98		23.80	
99		18.90	
100		15.00	

Fuente MINSAL 2015.

Para determinar la dosis de ruido diaria a la que estamos expuestos debemos utilizar la ecuación matemática que se muestra a continuación, en ella se relaciona el NPSeq con el tiempo de exposición a ésta.

$$D = \frac{Te_1}{Tp_1} + \frac{Te_2}{Tp_2} + \dots + \frac{Te_n}{Tp_n}$$

Te = Tiempo total de exposición a un determinado NPSeq.
Tp = Tiempo total permitido de exposición a ese NPSeq.
 La dosis de ruido diaria máxima permisible será 1 (100%).
 Fuente: MINSAL 2015.

El propósito de esta investigación es determinar si el Nivel de presión sonora equivalente (NPSeq), en el tiempo de exposición al que están sometidos los alumnos del colegio San Vicente, genera una dosis de ruido diaria peligrosa para ellos (según estándares nacionales fijados por el MINSAL). El origen de la idea surge al leer que uno de los principales contaminantes en el





Figura N° 1. Celular calibrado con aplicación de sonómetro utilizado para medición.

mundo es el ruido, sus daños físicos y repercusiones en la calidad de vida muchas veces son subestimados por la sociedad. Esto sumado a la existencia de una investigación previa realizada en el recinto educacional en donde se detectó que existe daño auditivo en los alumnos y profesores, generó la motivación por determinar la condición en que se encuentra el colegio.

Se utilizó un sonómetro en diferentes sitios del establecimiento y se determinó el NPSeq en ellos basado en los procedimientos que propone MINSAL (2015). Esta investigación aportará información que permita determinar si los alumnos y profesores del colegio San Vicente están siendo perjudicados por el nivel de presión sonora equivalente (NPSeq) presente en el establecimiento.

La brújula que orienta el trabajo es encontrar la respuesta a la pregunta que se presenta a continuación.

¿El nivel de presión sonora, en los tiempos de exposición en los que están sometidos los miembros del colegio San Vicente, generan una dosis de ruido peligrosa para el oído?

Hipótesis

Los alumnos del colegio San Vicente están sometidos a tiempos de exposición de presión sonora equivalente (NPSeq) que significan una dosis de ruido diaria por sobre la norma nacional vigente. Para establecer valores cuantitativos a la hipótesis la presentamos en forma estadística como sigue: Dosis de Ruido > 1 , ya que estos valores de dosis de ruido significan un valor por sobre la norma.



Figura N°2. Sonómetro Calibrado utilizado en las mediciones.

Objetivo general

Determinar si la dosis de ruido diaria a la que están sometidos los alumnos del Colegio San Vicente se encuentra dentro de los estándares nacionales establecidos por el ministerio de salud.

Objetivos Específicos

- Identificar las zonas del colegio que están más expuestas a contaminación acústica.
- Determinar el tipo de ruido existente en cada zona del colegio investigada.
- Determinar el nivel de presión sonora equivalente en cada zona del colegio investigada.
- Determinar el tiempo de exposición al ruido de los alumnos.
- Calcular la dosis de ruido diaria a la que están expuestos los alumnos del colegio San Vicente.

Metodología

Esta investigación es de tipo descriptiva ya que busca la obtención de datos originales que no pretenden establecer relaciones de causa efecto entre las variables. El lugar seleccionado para la investigación fue el colegio San Vicente. Es importante mencionar que para obtener los datos se utilizó un sonómetro calibrado facilitado por la escuela de ingeniería mecánica de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Además, se tuvo la



oportunidad con este instrumento de calibrar o más bien, determinar los celulares que tenían mayor precisión en el registro de presión sonora. La toma de datos se realizó en un periodo de 3 semanas en la que se procedió de la siguiente manera. Lo primero fue identificar las zonas de ruido críticas en el colegio San Vicente, lo cual no fue un problema, ya que como somos alumnos de este establecimiento conocemos aquellas zonas. Para esta parte utilizamos los celulares calibrados.

El paso siguiente consiste en determinar el tipo de ruido existente en cada zona crítica del colegio. Lo anterior se realizó con la ayuda de un sonómetro, el que nos permitió identificar con facilidad las variaciones en el NPS instantáneo que se producía en los distintos sectores del colegio estudiados, de esta manera pudimos asignar a cada zona un tipo de ruido (basado en las definiciones de ruido expuestas anteriormente).

Una vez definidos los tipos de ruido procedimos a determinar el NPSeq de cada zona. En el procedimiento de medición consideramos ciertas cosas, el nivel de presión sonora debe ser equivalente con respuesta lenta y se midió en decibeles dB(A), tal como sugiere MINSAL (2015). Luego cuando estábamos poniendo en práctica este método en los sitios que consideramos críticos nos ubicábamos en el centro de éste con el sonómetro a la altura del oído. Todas las mediciones en lugares aislados las realizamos con las ventanas cerradas.

En las salas de clase las mediciones las tomamos luego de un tiempo de haber entrado ya que la adaptación del curso a la situación no es inmediata. El sonómetro tomo el valor de NPSeq en 1 minuto. Realizamos el mismo procedimiento tres días distintos para cada zona del colegio en el mismo horario cada vez y obtuvimos valores de NPSeq promedio para cada sector. La temperatura media durante las mediciones fue de 14°C y estas se realizaron durante el mes de agosto.

Para determinar el tiempo de exposición al ruido que en promedio los alumnos tienen durante el día en el establecimiento simplemente se sumaron las horas de clases, las de recreo y almuerzo..

Finalmente se calculó la dosis diaria de ruido (para evaluar si el establecimiento cumple con la norma) utilizando la siguiente formula:

$$D = \frac{Te_1}{Tp_1} + \frac{Te_2}{Tp_2} + \dots + \frac{Te_n}{Tp_n}$$

Te = Tiempo total de exposición a un determinado NPSeq.
Tp = Tiempo total permitido de exposición a ese NPSeq.
 La dosis de ruido diaria máxima permisible será 1 (100%).
 Fuente: MINSAL 2015.

Los valores de *Tp* son fijados por MINSAL y los de *Te* los obtuvimos en el paso anterior ya que para la medición consideramos todos los espacios en los que nos encontramos durante el día.

Resultados

1. Zonas del colegio que están más expuestas a contaminación acústica:

Zonas del colegio expuestas
Salas de sector República
Comedor
Patio grande
Sala de computación

2. Tipo de ruido existente en cada zona del colegio investigada:

Zona investigada	Tipo de Ruido
Salas del sector República	Estable
Comedor	Fluctuante
Patio grande	Fluctuante
Sala de computación	Fluctuante

3. Nivel de presión sonora equivalente promedio en cada zona del colegio investigada

Zona investigada	NPSeq (dB)A
Salas sector República	80
Comedor	82
Patio grande	83
Sala de computación	86

4. Tiempo de exposición al ruido.

Zona investigada	Tiempo de exposición promedio (horas)
Salas sector República	7
Comedor	0.75
Patio grande	0.5
Sala de computación	0.75

5. Dosis de ruido diaria por alumno

Dosis de ruido diaria por alumno
0.496



Según la OMS y el MINSAL el valor de la dosis de ruido diaria no debe nunca superar el valor de 1 ya que en este caso se podría provocar un daño irreparable en el oído.

El estudio permitió reconocer que nuestro establecimiento es relativamente seguro en cuanto a contaminación acústica se refiere ya que presentó valores inferiores a 1 en la dosis de ruido. Sin embargo, como se señala en Lucic (2009) los efectos dañinos de la contaminación acústica no se limitan al daño auditivo, estos abarcan una amplia gama de posibilidades, entre las que debido al contexto destacan los relacionados al aprendizaje. Según los estándares de ruido que recomienda la OMS las salas de clase no deben superar los 35(dB) promedio ya que valores superiores provocarían interferencia en la comunicación, perturbación en la extracción de información, inteligibilidad del mensaje. Desde este punto de vista y con el fin de maximizar la calidad de los aprendizajes, se considera pertinente realizar algunas modificaciones en las salas de manera de mitigar en parte el alto nivel de presión sonora que presentan, pudiéndose esto transformar a futuro en un proyecto de investigación.

Los datos de NPSeq que obtuvimos con la investigación nos permitió elaborar un mapa de ruido para nuestro

colegio, información valiosa que puede ser utilizada en futuras investigaciones tanto en el ámbito de la acústica como en educación.

Debemos señalar que logramos cumplir todos los objetivos específicos propuestos, sin embargo, pensamos que estos podrían tener mayor prolijidad si se consideran los siguientes factores. Para obtener los valores de NPSeq de cada zona se pueden tomar mediciones durante más días y en una mayor cantidad de horarios de manera de contar con promedios más exactos que permitan calcular una dosis de ruido más certera. Factores climáticos como la temperatura también pueden influir ya que los instrumentos se pueden descalibrar, este tipo de factores si bien se mencionaban en el protocolo de medición del MINSAL no fueron considerados ya sea por razones técnicas como de tiempo.

En relación con nuestra hipótesis esta fue rechazada puesto que la dosis de ruido no estuvo sobre la norma nacional, en la forma estadística podríamos decir que: **Dosis de ruido < 1**; por lo tanto, la hipótesis es rechazada.

Conclusiones

Se quiso determinar la dosis de ruido que existe en una realidad cercana, el colegio San Vicente de Valparaíso, ver si esta pudiese resultar dañina y de esta manera aportar con datos originales que pudieran ser utilizados para realizar cambios, transformaciones o ser el punto de partida de otras investigaciones científicas. Los resultados obtenidos no fueron los presentados como hipótesis puesto que el establecimiento no presentaba contaminación acústica considerada peligrosa para la salud. Además, se está en condiciones de elaborar un mapa de ruido para el colegio identificando zonas de silencio y de mayor presión sonora.

Es necesario aclarar además que las mediciones se hicieron en horario de colegio, pero algunos alumnos y profesores en el resto del día podrían superar el umbral de riesgo que establece el ministerio.

Por otro lado, desde el punto de vista educativo los resultados arrojaron que el ruido en las salas de clase se encuentra por sobre los valores recomendados por la OMS lo que traería efectos en la comunicación y por ende en el logro de aprendizajes.

Pensamos realizar investigaciones similares en nuestro vecindario. Aportando con datos con los que Chile en estos momentos no cuenta o si es que existen son en sectores muy acotados.

Disponiendo de más tiempo e instrumentos de mayor precisión es posible entregar resultados con errores menores, sin embargo, existe satisfacción con la investigación ya que el objetivo general fue cumplido y se está en condiciones de exponer o divulgar un trabajo al entorno que además de aportar datos nuevos, es capaz de generar conciencia de un problema que según nos muestra la revisión de la literatura, Chile no atiende con la debida importancia.



Bibliografía

Decreto supremo 594 Ministerio de Salud de Chile. Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo. Diario Oficial de la República de Chile, Santiago, Chile, 15 de septiembre 1999.

Decreto supremo 594 Ministerio de Salud de Chile. Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo. Diario Oficial de la República de Chile, Santiago, Chile, 23 de julio 2015.

Gobierno de Chile, Instituto de salud pública (2011). Procedimiento medición de ruido en áreas biolimpias de manejo de agentes antineoplásicos, Instituto de Salud Pública, Santiago, Chile.

Gobierno de Chile, Instituto de salud pública (2012). Protocolo para la medición del ruido impulsivo en los lugares de trabajo, Instituto de Salud Pública, Santiago, Chile.

Ministerio de Salud. Instructivo para la aplicación del D.S N° 594/99, título IV, párrafo 3° agentes físicos ruido, 15 de septiembre 1999.

Organización Mundial de la Salud (2015). 1100 millones de personas corren el riesgo de sufrir pérdida de audición recuperado de: <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2015/ear-care/es/>

Subsecretaría del medio ambiente (2011). Informe final estudio elaboración de mapa de ruido del gran Santiago mediante software de modelación. Recuperado de: http://www.sinia.cl/1292/articles-52665_Fase_IVMapaRuidoStgoGeneral.pdf

Valdebenito, I. (2012). XII Seminario de contaminación acústica y control de ruido ambiental sobre D.S. N°38/11 norma de emisión de ruidos generados por fuentes que indica. Ministerio del Medio Ambiente.

