

UNIVERSIDAD DE VALPARAÍSO
FACULTAD DE MEDICINA
CARRERA DE FONOAUDIOLOGÍA



“Acondicionamiento acústico en una sala de clases en la cual esté integrado un niño con Discapacidad Auditiva”

Tesistas:

Aguirre Z. Ximena Patricia

Briceño G. Daniela Andrea

Cofré U. Patricia Joanna

Rocuant H. Carolina Andrea

Tesis para obtener el Grado Académico de Licenciado en Fonoaudiología y Título de Fonoaudiólogo.

Prof. Guía

Flga. Nora Gardilic Venandy

Diciembre - 2006

Al Colegio Santa Teresita del Niño Jesús, por abrirnos las puertas de su establecimiento, por la confianza entregada y por la disposición brindada por la dirección del colegio, profesores, auxiliares y alumnas. Gracias por su apoyo.

A la empresa CONTROL ACÚSTICO S.A. por facilitarnos los equipos de medición, en especial a Christian Gerard, Patricio Priede y Nicolás Bravo, por la plena disposición y las ganas de participar en este estudio.

A AUDILEN, por donar parte de los materiales utilizados durante el proceso y por facilitarnos las salas utilizadas para las reuniones de tesis.

A todas las personas que formaron parte de nuestro trabajo:

Juan Bahamondes M., José Briceño R., Ignacio Camarda R., Jorge Cofré S., Jaime Danús G., Jaime Danús U., Jaime Delannoy, Katherine Flores, Rosa Gallegos T., M^a Salomé Henríquez S., Berta Morales, Dagoberto Rocuant U., Patricia Urbina M., Patricia Valdivia, Christian Venegas D., Patricia Zavala N. y Empresa CMPC planta Pacífico S.A.

Y a todas aquellas personas anónimas que de alguna manera se involucraron y nos ayudaron a lograr nuestro objetivo.

A todos Ustedes les estaremos eternamente agradecidos.

Xime, Dany, Patty, Coty.

A Nora Gardilic...

Al dar término a una de las etapas más importantes de nuestras vidas comenzamos a mirar hacia atrás...el camino recorrido...

Llegar hasta aquí no ha sido fácil, fueron muchos los obstáculos que debimos superar. Gracias a Dios, siempre se extendieron manos que nos ayudaron a levantarnos y seguir. Entre esas manos, nos encontramos con una persona maravillosa, que no dudó un segundo en emprender camino con nosotras.

A pesar de que fue una experiencia nueva para todas, logramos salir triunfantes, enriqueciéndonos día a día con nuevas experiencias y grandes enseñanzas. Cada vez que nos vimos abrumadas por las dudas y el temor al fracaso, recibimos la palabra precisa para seguir adelante. Por eso podemos decir con seguridad que llegar al final no habría sido posible sin el apoyo incondicional de nuestra guía, Nora.

Profe, nunca imaginamos que el trabajo con usted sería tan provechoso, aprendimos muchísimo, con pequeños detalles que marcaron grandes diferencias. Fue realmente un honor haber formado parte de su vida y haber sido sus primeras alumnas tesis. Por nuestra parte siempre será motivo de orgullo poder decir que durante el proceso fuimos guiadas por la Flga. Nora Gardilic, una gran profesional y excelente persona. La queremos mucho y siempre estará en nuestros corazones.

Chikas.

Agradezco a mi familia pues tras cada error pude contar con ustedes, sin importar la dificultad sus manos se abrieron para recibir mi caída y evitar que el dolor fuese mayor.

Este logro es gracias a ustedes, a su incondicionalidad y amor verdadero.

Agradezco a las familias Olivares Aguirre, Barahona Novoa y Cofré Urbina por acogerme en sus hogares. Fui bendecida por encontrar a personas que tienen una capacidad de amar tan grande, que pueden recibir a un desconocido y hacerlo formar parte de su familia. Gracias por el apoyo, confianza y cariño expresado durante tanto tiempo.

Agradezco a Christian por tolerar la distancia y las dificultades que eso conlleva, por las palabras precisas en los momentos complicados, por cultivar su paciencia conmigo y entregarme un abrazo en el instante que más lo necesite.

Agradezco a Joaquín Moreno Aguirre, que llegó a esta vida siendo la lucecita que día a día me da fuerzas para salir adelante. También formó parte de este proceso mi abuelita, que pese a que no esté conmigo me ayudó a superar los momentos complejos, pues sólo la visita a su nuevo hogar me hizo sentir segura y querida dándome fuerzas para salir adelante.

A mis compañeras de tesis puedo decirles que este proceso nos ha servido para madurar, aprender que sólo con transparencia y conversación todo problema se puede solucionar.

Xime.

*A mi Madre por su incondicional amor, apoyo y abnegación durante toda nuestra vida
juntas.*

*A mi Papadre, que sin serlo abrió su corazón para cobijar en él todas mis penas, alegrías y
logros.*

*A mi Principito que con su risa inocente me ha hecho comprender que lo esencial es
invisible a los ojos. A tí, mi vida entera; a tí mis logros y todos nuestros sueños.*

A mi Weli que siempre con su sabiduría ha logrado afianzar mis sueños.

A mis Tíos y Primos por no abandonarme nunca y apoyar el camino de mi vida.

A mis Amigos que son parte de mis bellos recuerdos.

*A mis Compañeras y Amigas: Coty, Joy y Xime agradezco el inmenso cariño y comprensión
brindado durante todo este proceso. A ellas el mejor de los deseos para esta nueva etapa.*

A todos ellos mi cariño.

Nany.

Para las personas que más quiero en el mundo...

A mis Padres...

Esto es por y para Ustedes... Fueron muchos los obstáculos y las dificultades que pasamos para llegar hasta aquí... A pesar de todo, siempre pude contar con Ustedes... Su amor y apoyo incondicionales fueron la energía y la fuerza que me motivó día a día a seguir adelante... Sin importar las caídas siempre estuvieron para recogerme y sin eso jamás lo habría logrado... Todo lo que Soy se lo debo a Ustedes... Me siento orgullosa de ser vuestra hija... Los amo infinitamente...

Papá, gracias a tus sabias palabras y consejos nunca perdí el camino y cumplí la meta... Fuiste la luz que me guió durante todos estos años...

Mamá, gracias por estar siempre dispuesta a todo con tal de verme triunfar... Gracias a tus sacrificios y enseñanzas soy una mejor persona... Sin ti jamás estaría donde estoy ahora...

A mi Hermano... Aunque no lo creas fuiste un apoyo increíble... Te quiero mucho...

Xim... Son tantos los recuerdos... Jamás lo habría logrado sin ti... Gracias por estar siempre ahí, cuando te necesitaba... Te quiero muchísimo!!!

A mis abuelos... del Cielo y la Tierra... Siempre sentí su compañía... Gracias por sus bendiciones y cariños... Son y serán siempre una parte muy importante en mí...

Coty, Dany... Fueron un apoyo increíble... Gracias por su amistad y entrega...

Y a todos los que siempre creyeron en mí y formaron parte de mi vida...

Todos Ustedes son parte de mi corazón y permanecerán siempre conmigo...

Joycita

A mis padres por haberme brindado un hogar lleno de amor y valores, por creer y confiar en mí, demostrándome siempre preocupación, interés y cariño.

A mis hermanos, por los buenos momentos compartidos en familia.

A Ignacio, por su amor, comprensión, incalculable ayuda y permanente estímulo.

A mis amigos, por todos los momentos compartidos.

Y a mi grupo de tesis, por su calidez y compañerismo al compartir inquietudes, alegrías y penas durante la realización de esta investigación.

Coty.

ÍNDICE

	Pág.
Resumen.....	3
 CAPÍTULO I	
Introducción.....	5
Marco Teórico.....	7
Sonido y Audición.....	8
Acústica Arquitectónica.....	11
Características del comportamiento de una onda sonora en un recinto...	12
Materiales.....	15
Recomendaciones para mejorar la acústica de una sala de clases.....	19
Normativas legales con respecto al ruido.....	22
Normativas Internacionales.....	22
Normativas Nacionales.....	23
Integración escolar y Discapacidad Auditiva.....	26
 CAPÍTULO 2	
Material y Método.....	31
 CAPÍTULO 3	
Presentación y análisis de resultados.....	43

CAPÍTULO 4

Discusión y comentarios.....	59
Bibliografía.....	62
Anexos.....	66

RESUMEN

Al revisar la ley N° 19.284 de Integración Social de las Personas con Discapacidad, se observa que dentro de las ayudas técnicas que requiere un alumno con déficit auditivo no se considera el ambiente acústico en el cual se desarrolla su educación. Por ello, el presente trabajo realizado en el Colegio Santa Teresita del Niño Jesús, ubicado en la comuna de Santiago, Región Metropolitana expone los resultados obtenidos tras medir los parámetros acústicos antes y después de realizar un acondicionamiento acústico al interior de la sala de clases de un primer año de Educación General Básica, en la cual está integrado un alumno con impedimento auditivo. Los valores obtenidos demuestran que es posible mejorar las condiciones acústicas en un recinto educacional, acercándose a los valores establecidos internacionalmente, lo que favorece tanto a los niños con audición normal como a los que presentan una deficiencia auditiva. Se hace entonces necesario adoptar acciones correctivas y normativas que permitan una rápida mejora de la calidad acústica al interior de los establecimientos educacionales.

Capítulo I

- Introducción
- Marco Teórico

INTRODUCCIÓN

El lenguaje, en las lenguas fónicas, se transmite acústicamente, por lo cual la audición se considera uno de los canales más importante para adquirirlo. Cuando un niño nace sordo o pierde la audición en etapas tempranas de la vida, no será capaz de adquirir el lenguaje adecuadamente. Sin embargo, cuando existe de por medio una implementación auditiva adecuada y una terapia óptima, muchos niños pueden acceder al lenguaje, para luego tener la posibilidad de optar a la escolaridad normal.

Este proceso de escolarización implica situaciones acústicas más exigentes, como las que existen en una sala de clases. Asimismo un ambiente acústico inadecuado al interior del aula, interfiere en la recepción del discurso entregado por el docente, más aun en el caso de un niño implementado auditivamente. Esto se debe a que su prótesis auditiva no solo amplifica la el mensaje oral enviado por el emisor, sino que también, amplifica los ruidos existentes tanto dentro como fuera del aula.

La ley N° 19.284 de Integración Social de las personas con discapacidad, enfatiza la integración de éstas en el ámbito de la educación regular, por lo cual, es imperioso considerar las adecuaciones, servicios y recursos necesarios que se asocian a algún tipo de discapacidad. Ahora bien, dentro de las discapacidades existentes encontramos a aquellos individuos que poseen algún grado de pérdida auditiva, para los cuales el proceso de aprendizaje no sólo depende del grado y etiología del defecto, sino también de las condiciones acústicas en las que

se lleva a cabo. Por esta razón, se hace imprescindible un ambiente acústico favorable dentro del aula que beneficie tanto a hipoacúsicos como a normoyentes y docentes.

De todo lo anterior, surge el interés por estudiar el comportamiento del sonido en una sala de clases con la finalidad de realizar una intervención para mejorar la audibilidad de la señal, atendiendo a factores físicos-acústicos y arquitectónicos. Esta iniciativa se origina, además, por la falta de investigaciones desde el punto de vista fonoaudiológico respecto al tema y a la inexistencia de legislación específica que regule el ruido en la infraestructura educacional en Chile. Asimismo, el presente estudio podría sentar las bases para posteriores trabajos relacionados con el tema, junto con entregar un aporte útil a la clínica Fonoaudiológica en el ámbito del control acústico en aulas.

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, esta tesis se estructurará según los contenidos que siguen. En primer lugar, se presenta una revisión teórica acerca de los aspectos físicos del sonido, para luego continuar con la acústica arquitectónica y las normativas, tanto internacionales como nacionales que rigen los niveles de ruido, para finalizar con la ley N° 19.284 de “Integración Social de Personas con Discapacidad” vigente en Chile. En segundo lugar, se describirá la metodología empleada para la realización de esta investigación que incluirá la presentación del problema, los objetivos planteados, la descripción del universo y del instrumento de evaluación. Finalmente, se entregará el análisis de datos y discusión de los resultados obtenidos mediante tablas y gráficos explicativos y comparativos referentes a los objetivos propuestos al inicio del estudio.

MARCO TEÓRICO

Actualmente, existen numerosas investigaciones que hacen referencia a los efectos nocivos que produce un inadecuado ambiente acústico dentro de las salas de clases. Es así como los altos niveles de ruido al interior de las aulas, en conjunto con las características acústicas y arquitectónicas deficientes de los recintos educacionales, llevaron a la *Acoustical Society of America* (ASA, EE.UU) a crear en el año 1996 el “Subcomité de Acústica de Aulas” (*Classroom Acustics*) dentro del “Comité Técnico de Acústica Arquitectónica”, con el fin de regular lo antes mencionado.

En Chile, estudios realizados por el Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente (SESMA), Corporación Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) y la Universidad Tecnológica Vicente Pérez Rosales revelaron los altos niveles de ruido a los que están sometidos diferentes colegios de la Región Metropolitana. Este problema surge debido a que la normativa chilena existente, en relación al control de ruidos en recintos educacionales, no establece las condiciones acústicas que deben tener las salas de clases y sólo se toman como referencia los valores aceptados por Organismos Internacionales. En consecuencia, la señal acústica recibida por normoyentes y, en mayor medida, por niños con algún grado de hipoacusia o disminución de la audición se ve interferida, ocasionando una pérdida en la recepción completa del discurso.

Seballo y cols. (2000) plantean que:

“Los aspectos importantes a considerar en las proyecciones de desarrollo de un país, tienen que ver con la búsqueda de excelencia en la educación que se brinda a las generaciones actuales y se programa para las futuras. Este desarrollo será adecuado y eficiente si se cuidan, en la medida que sea posible, todos aquellos aspectos que interfieren con el proceso educativo. Uno de esos aspectos importantes está relacionado con la contaminación acústica.” (p.1)

De acuerdo a esto, es necesario plantear una solución paliativa cuyo fin sea favorecer el ambiente donde se lleva a cabo el proceso de enseñanza - aprendizaje. No obstante, al carecer de legislación que exija condiciones óptimas, sólo es posible intervenir mejorando la acústica del recinto mediante la modificación estructural de algunas de sus características. Para comprender en qué consiste este mejoramiento acústico se debe, en primer lugar, conocer algunos conceptos físicos en relación al sonido y cómo éste es recibido por el oído humano, así como también sobre su comportamiento en un recinto determinado; y, en un segundo lugar, intervenir sobre ellas con diferentes alternativas que nos plantea la acústica arquitectónica.

1. Sonido y Audición.

Según Martínez Celdrán (2003) el sonido se define como un movimiento de vibración longitudinal perceptible por el oído que consiste en una serie de concentraciones y enrarecimientos que se pueden transmitir en cualquier medio elástico. Desde el punto de vista físico, este movimiento que se expande corresponde a una onda sonora, la cual posee

características y propiedades determinadas. Dentro de las características se distinguen: frecuencia, intensidad y timbre.

La frecuencia se define como el número de pulsaciones (ciclos) que tiene por segundo una onda sonora. Éstas se dividen en graves y agudas siendo las primeras más lentas y de frecuencias bajas; mientras que las segundas equivalen a las frecuencias altas. Su unidad física se denomina Hertz (Hz), encontrándose el espectro humano audible entre los 20 y 20.000 Hz (Garrido, 1996).

La intensidad de un sonido corresponde al nivel de presión sonora (SPL), la cual depende de la amplitud del movimiento vibratorio de la fuente que lo produce, pues cuanto mayor sea la amplitud de la onda, mayor es la cantidad de energía que genera y, por tanto, mayor es la intensidad del sonido. Su unidad física se expresa en Decibel (dB). Ahora bien, dado que el oído humano no responde igual a todas las frecuencias, el instrumento utilizado para medir los niveles de presión sonora (sonómetro) utiliza la red de ponderación A, la cual filtra las frecuencias para establecer un rango que se asemeje a la sensación auditiva humana. Los niveles de presión sonora medidos con dicha red se expresan en decibeles A (dB (A)) (Carrión, 2000)

El timbre o calidad del sonido es la cualidad que permite distinguir una fuente sonora de otra, ya que cada material vibra de una forma diferente provocando ondas sonoras complejas que lo identifican. Según Gonzalo de Sebastián (1999) esta onda compleja está compuesta de

varios tonos añadidos y armónicos, entre los cuales el de más baja frecuencia se denomina fundamental (F_0).

Dentro de las propiedades del sonido se encuentran: *Impedancia* que corresponde a toda causa que oponga resistencia al paso de cualquier clase de energía; *Resonancia* definida como la propiedad que tienen algunos cuerpos de ponerse a vibrar, cuando en ellos incide una onda sonora que son capaces de reproducir; *Refracción* que es la desviación de las ondas sonoras al pasar de un medio a otro de diferente densidad; y *Distorsión* que se define como la falla de un sistema transmisor sonoro, por lo cual, la reproducción de un sonido no es igual a su forma inicial.

Asimismo, es posible distinguir: *Coefficiente de Absorción* el cual indica la cantidad de energía sonora absorbida por un medio propagatorio o por un material que se encuentre sumergido en un campo sonoro; *Reflexión* que corresponde a la capacidad que tiene la onda sonora de volver al punto de origen luego de chocar contra un cuerpo; y *Reverberación* definida como la capacidad que tienen las superficies de reflejar o absorber parte del sonido (Gonzalo de Sebastián, 1999). Estas tres últimas serán abordadas en mayor profundidad en la parte concerniente a la acústica arquitectónica.

Ahora bien, desde el punto de vista fisiológico tanto las características como las propiedades del sonido son percibidos por el ser humano gracias al sistema auditivo, el cual permite interpretar de manera adecuada la información proveniente del mundo exterior. Es así como las ondas sonoras son captadas por el pabellón auricular, y son conducidas a través del

conducto auditivo externo (CAE) hacia el tímpano, el cual al vibrar pone en movimiento la cadena de huesecillos y ésta, a su vez, comunica las vibraciones que recibe hacia la ventana oval y, posteriormente, al líquido del conducto vestibular. Para que los movimientos del líquido se lleven a efecto, se ejerce presión sobre la membrana de los tres conductos (vestibular, coclear, timpánico) causando el abultamiento de la ventana redonda. Dichas pulsaciones ponen en movimiento la membrana basilar, la cual hace rozar los cilios del órgano de corti contra la membrana tectoria, produciendo una estimulación en ellos que forma los potenciales de acción. Estos son transmitidos a través de complicadas redes neurales para ser analizados e interpretados en determinadas zonas de la corteza cerebral.

La recepción del sonido se lleva a cabo en diversos ambientes, para este estudio es necesario conocer su comportamiento en un espacio cerrado, en este caso, en una sala de clases. En este lugar, existen una serie de factores que impiden que los alumnos reciban con claridad la información por parte del docente. Por esto, se deben tener en consideración las formas de atenuar dicha problemática, de lo cual se encarga la acústica arquitectónica.

2. Acústica Arquitectónica.

La acústica arquitectónica tradicional se preocupa de diseñar recintos cuyas características acústicas sean óptimas, según el fin para el cual están destinadas, y de garantizar que el nivel de ruido que se transmite de unos locales a otros no exceda los niveles tolerables por las personas. Ahora bien, para lograr una adecuada protección acústica en un lugar, dependiendo del problema existente dentro del recinto, se puede realizar un aislamiento

acústico y/o acondicionamiento acústico. El primero permite proporcionar una protección contra la entrada de ruido y, a su vez, evita que el sonido salga hacia el exterior; el segundo pretende mejorar la acústica propia del recinto. Es así como, este último controla diversos parámetros como la reverberación y la reflexión, entre otros, sin necesidad de cambiar la infraestructura completa.

2.1 Características del comportamiento de una onda sonora en un recinto.

Para juzgar las características acústicas de los recintos, no sólo se pueden realizar consideraciones individuales sobre el aspecto físico del proceso sonoro, sino cómo las reflexiones, tiempo de reverberación y absorción influyen en el campo sonoro. Según Recuero (2001), el sonido en un recinto se compone de dos partes, en primer lugar, del sonido directo y, en segundo, del sonido reverberante. Es así como, cuando se genera una onda sonora, el oyente recibirá una en forma directa y, además, otra reflejada en cada superficie del recinto como piso, paredes y techo. Las primeras reflexiones recibidas son las denominadas reflexiones tempranas.

Luego de este período, se origina una situación muy compleja en la cual las reflexiones tempranas vuelven a irradiarse, densificándose cada vez más. Este fenómeno se denomina reverberación y corresponde a la permanencia del sonido aún después de interrumpida la fuente sonora. Éste se produce, porque una parte del sonido es absorbido por las superficies, transformándose en minúsculas cantidades de calor o propagándose a una habitación vecina, mientras que la parte reflejada viajará dentro del recinto hasta encontrarse con otra superficie,

repitiéndose el mismo fenómeno, hasta que el sonido sea demasiado débil para ser audible y se extinga.

Para medir dicho fenómeno se introduce el concepto de tiempo de reverberación (TR_{60}). Miyara (2003) lo define como “el tiempo que demora el sonido en bajar 60 dB por debajo de su nivel inicial” (p.45), es decir, en decaer después de terminada la señal. Éste depende del coeficiente de absorción de las superficies de la sala. De modo que, si las paredes son muy reflectoras, se necesitarán muchas reflexiones para que se extinga el sonido, y entonces, TR_{60} será grande. Por el contrario, si son muy absorbentes, en cada reflexión se absorberá una proporción alta de sonido, y por tanto, en pocas reflexiones el sonido será prácticamente inaudible, siendo TR_{60} pequeño. Idealmente, las salas de clases deben tener TR_{60} menores a 0,6 segundos, sin embargo, muchas de ellas tienen un TR_{60} mayor a un segundo, lo cual provoca que el cerebro no pueda unir el sonido directo con el reflejado, por lo que la persona lo percibe como un eco.

Después de haber mencionado como se comportan las ondas sonoras en un recinto, es importante conocer otras variables que van a interferir significativamente en la señal acústica. Éstas son: ruido de fondo, relación señal- ruido y distancia.

El ruido de fondo se define como cualquier disturbio auditivo indeseado dentro de un recinto que interfiere con lo que el oyente quiere oír. En el caso de un colegio, éste puede generarse desde varias fuentes: externa (generado fuera de la escuela), interna (dentro de la escuela, pero fuera del salón de clase) y propia del aula (generado dentro de la sala de clase).

Como consecuencia de lo anterior, la recepción de la señal suele disminuir, ya que se produce un fenómeno de enmascaramiento de aquellos sonidos más débiles.

Ahora bien, otro factor a estimar dentro de las características de una sala corresponde a la relación señal-ruido (Rx S/N) la cual se define como la diferencia entre el nivel del discurso y el nivel de ruido de fondo expresado en dB(A). Samir (2002) plantea que cuanto mayor sea la Rx S/N, mayor es la inteligibilidad de la palabra y si la Rx S/N es negativa, será difícil que la profesora sea comprendida, debido a que el ruido de fondo es mayor que el discurso de la palabra.

Un último factor a considerar es la distancia entre el hablante y el oyente. Según Samir (2002) el nivel sonoro decrece cuando la distancia desde la fuente sonora aumenta. Esta reducción del sonido es cuantificado por la ley del inverso de la distancia al cuadrado, es decir, decrece a razón de 6 dB por cada duplicación de la distancia. Por ejemplo, si a 1 mt. de la fuente sonora se mide un nivel de presión sonora de 80 dB, a 2 mt. (el doble de 1 mt.) se registrará 74 dB; a 4 mt. (el doble de 2 mt.) habrá 68 dB; a 8 mt. (el doble de 4 mt.) existirá un campo directo de 62 dB, y así sucesivamente.

Existen diferentes materiales que facilitan una acústica adecuada en un recinto, con la finalidad de reducir los tiempos de reverberación, el ruido de fondo y favorecer la relación señal-ruido. En este estudio se dará mayor importancia a aquellos materiales que sirven para el acondicionamiento acústico.

2. 2 Materiales.

Como se dijo antes, en la acústica de un recinto intervienen diversos factores, tanto acústicos como arquitectónicos. Con respecto a la infraestructura, se consideran todos los materiales que componen un recinto, en este caso, una sala de clases. Dentro de ellos, están las puertas, ventanas, cielos y pisos que favorecen el paso del sonido o bien, lo reducen a condiciones óptimas para la emisión de la palabra. Es así como, encontramos una serie de consideraciones al momento de utilizarlos, de manera especial si se busca lograr un ambiente acústico favorable.

2.2.1 Materiales para el aislamiento acústico.

Es necesario consignar que, cuando los materiales estructurantes de una habitación poseen poca masa, se produce un débil aislamiento acústico en los recintos, por lo que es necesario dar soluciones acordes a su ubicación. Para ello, se puede intervenir en los entramados verticales y horizontales. En el primero caso, el aislamiento debe ser entre ambientes y, al mismo tiempo, con el medio externo; en el segundo, el aumento de la masa debe ser entregado por los recubrimientos de cielo y piso, con su correspondiente forma de fijación.

El artículo 4.1.6 del D.S, N° 47, (Ministerio de Vivienda y Urbanismo: MINVU, 2005) señala que dentro de los elementos constructivos verticales más utilizados, se encuentran los hormigones armados, los tabiques divisorios, las albañilerías y los bloques de hormigón

celular. Todos esos materiales poseen diferentes índices de reducción acústica, variando desde los 45 hasta los 53 dB y, en gran medida, dependiendo del espesor de cada elemento constructivo. Por otro lado, los elementos constructivos horizontales, como las alfombras, cerámicas, pisos y losas también aminoran el ruido proveniente desde el exterior. En algunos casos, se pueden utilizar dos elementos, elevando así, el índice de reducción acústica desde 47 a 62 dB.

Es recomendable, al momento de construir cualquier edificación, tener en cuenta las características propias de cada estructura, con la finalidad de brindar un adecuado aislamiento de las ondas sonoras externas. No obstante, si se desea modificar su interior es posible aplicar diversos materiales que beneficien la propagación del sonido y que, a su vez, disminuyan el ruido dentro del recinto.

2.2.2 Materiales para acondicionamiento acústico.

El tratamiento acústico se puede realizar dentro de un ambiente determinado, lo que se designa como corrección acústica o acondicionamiento. Esto se lleva a cabo cuando el nivel sonoro externo es mayor y excede la capacidad de aislamiento del sistema constructivo empleado; para ello se utilizan materiales absorbentes, con la finalidad de reforzar la acústica al interior del recinto. Ahora bien, la absorción del sonido corresponde al cambio de energía sonora por otra, por lo general a calor, debido al paso a través de un determinado material o bien, por el golpe contra las superficie. Las características más relevantes de los materiales a utilizar son:

- Materiales porosos: Corresponden a estructuras granulares o fibrosas, siendo importante el espesor de la capa y la distancia entre éstos y la pared. Por lo general, suelen ser paneles y tableros acústicos de fácil adaptación e instalación, tanto en nuevas construcciones, como en edificios ya existentes. En cuanto al espesor del material éste se elige de acuerdo al coeficiente de absorción deseado; es así como, al aumentar el grosor, es posible incrementar la absorción en frecuencias 250, 500 y 1000 Hz. Por otro lado, si se monta este material sobre la pared dejando un espacio de aire, la absorción aumenta en 250 Hz. y en alguna medida en 125 Hz. (Recuero, 2002).

- Materiales porosos rígidos: Son paneles o tableros acústicos de yeso con estructura granular, telas hechas a base de mineral orgánico o bloques fibrosos con la adición de aglutinantes.

- Resonadores: Estos elementos utilizan una cavidad resonante para absorber la energía acústica y sólo son efectivos en el margen de las frecuencias bajas (Recuero, 2002).

- Sistemas de paneles metálicos perforados: Son de aluminio o chapa perforada rellenos de fibra mineral. Generalmente, se utilizan para techos suspendidos, donde la absorción dependerá de la forma de perforación, el espesor del elemento, la densidad y el espacio de aire detrás de él. (Recuero, 2002).

- Materiales para argamasa: Se aplican en estado húmedo para formar superficies continuas de un espesor deseado. Dichos materiales, conocidos también como

morteros, están compuestos por una mezcla de ingredientes secos, a los cuales se les añade adhesivo líquido y se aplican a una capa de cemento, o bien, sobre cualquier otro material. Como consecuencia de esto, quedan espacios entre las partículas del agregado proporcionando así, la porosidad para la absorción sonora. Este tipo de mortero se utiliza para la reducción de ruido cuando no se requiere de una absorción muy alta. (Recuero, 2002).

- **Sistemas de paneles rígidos:** Se emplean para incrementar la absorción de las frecuencias bajas y, a la vez, crear un campo sonoro más difuso, ya que una onda plana reflejada en una superficie vibrante pierde sus propiedades direccionales.

- **Absorbentes suspendidos:** Unidades individuales suspendidas en el techo de un recinto, en vez de estar construidas como una pared o techo continuos. Normalmente, toman la forma de láminas planas colgadas verticalmente en hileras, o bien en forma de cajas vacías suspendidas singularmente. Su principal aplicación es en zonas donde un tratamiento acústico del techo de tipo convencional es impracticable.

- **Difusor Acústico:** Elemento expresamente diseñado para dispersar, de manera uniforme y en múltiples direcciones, la energía sonora que incide sobre los mismos. Estos dispositivos están hechos de madera y constituidos por una serie de ranuras de igual amplitud pero de diferentes profundidades, separadas por paredes rígidas estrechas. Su misión es eliminar las reflexiones indeseables que se producen cuando el sonido incide directamente sobre las superficies de la sala.

En conclusión, si la sala de clase no posee materiales aislantes y estructuras adecuadas, la propagación de la onda sonora se verá interferida y el mensaje emitido por el docente no será captado en su totalidad por los alumnos. No obstante, se pueden plantear algunas consideraciones que favorezcan la acústica dentro de un recinto apelando a los materiales absorbentes antes mencionados. Es así como se proponen una serie de recomendaciones, con la finalidad de reducir el ruido de fondo y los tiempos de reverberación. (Anexo 8)

2.3 Recomendaciones para mejorar la acústica de una sala de clases.

2.3.1 Modificaciones acústicas para reducir el tiempo de reverberación.

Como primera medida, para reducir el tiempo de reverberación, Flexer y cols. (1997) señalan que es posible usar materiales absorbentes que cubran superficies reflectantes duras. Es así como, recomiendan alfombras y cortinas gruesas junto con paneles acústicos, sin embargo, estos últimos no deben usarse en paredes paralelas. Es posible, asimismo, que los maestros elaboren con sus alumnos materiales decorativos con cartones, cajas de huevos o desechos de alfombras los cuales sirvan también para absorber el ruido y los tiempos de reverberación. Vale la pena mencionar que los materiales no sólo disminuyen el tiempo de reverberación, sino también el nivel de ruido en la sala, aproximadamente entre 5 y 8 dB (A).

2.3.2 Modificaciones acústicas para reducir el ruido de fondo

Como ya se ha mencionado, el ruido ambiental puede originarse desde fuentes externas, internas y propias del aula. En primer lugar, para reducir el nivel de ruido externo, Flexer y cols. (1997) señalan que “Los salones de clase deben situarse lejos de altas fuentes de ruido” (p.84). Para lograrlo es necesario realizar un adecuado planteamiento del diseño y construcción de los establecimientos educacionales, consultando tanto a contratistas y funcionarios del recinto: ingenieros, arquitectos y audiológicos. Además, plantean que la pérdida de transmisión sonora (STL), es decir, “...la cantidad de ruido que es atenuado mientras pasa a través de una superficie en particular” (p.84) debe ser por lo menos de 45 a 50 dB para las paredes externas. También es importante que las paredes exteriores estén libres de grietas debido a que estas permiten el paso del ruido y, a su vez, las ventanas deben ser instaladas correctamente, ser gruesas o de doble panel, o bien, permanecer cerradas.

En segundo lugar, los autores recomiendan reducir el ruido interno para lo cual se deben utilizar paredes de materiales dobles o gruesos, particularmente en las contiguas a cuartos ruidosos. Por una parte, el uso de materiales absorbentes entre los espacios de la pared y la instalación de alfombrado acústico, puede aumentar la atenuación en dichas superficies. Por otra parte, “... dentro de los pasillos se deben usar tratamientos sellantes de goma o caucho más gruesos por unidad en el área de las puertas...” (p.87). A su vez, artefactos eléctricos, de calefacción o ventilación compartidos por más de una sala deben estar cubiertos por materiales acústicos para disminuir el ruido que emiten entre ellas. Por último, se plantea que las pizarras

permanentes pueden ser respaldadas con materiales absorbentes reduciendo así la transmisión del ruido en aulas colindantes.

Finalmente, para reducir los ruidos propios del aula, la medida más simple es situar a los niños con discapacidad auditiva lejos de altas fuentes sonoras, como sistemas de ventilación, calefacción, accesorios de iluminación defectuosos, puertas o ventanas. Asimismo, el uso de alfombrado en toda la superficie de la sala, es útil para reducir el ruido de zapatos, movimiento de sillas y/o escritorios. En caso de que el piso no esté alfombrado, el uso de gomas en los soportes de escritorios y sillas, también es efectivo. Por último, contribuyen a la acústica del recinto el revestimiento de madera en la zona inferior de las paredes no paralelas.

Es necesario consignar que al reducir el tiempo de reverberación y el ruido de fondo, se favorece directamente la relación señal-ruido, ya que al disminuir el primero se eliminan las reflexiones del sonido indeseadas creando un campo sonoro homogéneo al interior del recinto, y al disminuir el segundo la señal acústica predominara en forma favorable sobre el ruido de fondo, optimizando la inteligibilidad del discurso.

En síntesis, el acondicionamiento acústico corresponde a una estrategia asequible que se debe considerar al momento de mejorar la señal acústica dentro de un recinto, ya que no implica cambios completos de infraestructura. Sin embargo, el problema radica en la inexistencia de leyes que exijan condiciones acústicas adecuadas al interior de las salas, sobretodo en aquellas donde hay niños con hipoacusia integrados por la ley N° 19.284.

3. Normativas legales con respecto al ruido.

En la actualidad, nuestro país no posee pautas específicas de acústica arquitectónica para espacios escolares. Por esta razón, surge la necesidad de establecer normativas especiales para la construcción de colegios, puesto que los factores físicos y acústicos de éstos no deben crear una barrera añadida a las necesidades de aprendizaje de los alumnos, más aún si estos poseen algún tipo de discapacidad. No obstante, existe una serie de normas y recomendaciones emitidas por comités técnicos especializados pertenecientes a organismos internacionales, que si bien no alcanzan el rango de disposiciones legales, pueden ser tomadas como referencia, al momento de construir o acondicionar un recinto educacional.

A continuación, se realizará un breve análisis a las normativas tanto internacionales como nacionales que rigen las condiciones acústicas de los colegios. Debe advertirse, que se han seleccionado sólo las normas y decretos que consideran los aspectos técnicos y conceptuales, relacionados con el control de ruido dentro de las aulas.

3.1 Normativas internacionales.

En Estados Unidos el Instituto Americano Nacional de Estandarización (ANSI), creó la norma S12.60 –2002, la cual es de carácter voluntaria, siendo utilizada como referencia por los diversos estados de dicho país al momento de construir recintos educacionales. En ella, se considera “...el ruido proveniente del exterior (carreteras, aviones, y ferrocarriles), el ruido proveniente de habitaciones contiguas, ruido de instalaciones mecánicas y el efecto de la

reverberación respecto a la comunicación dentro de la sala...” (Bravo, Vásquez, 2004). Dentro de los valores recomendados encontramos que el ruido de fondo se limita a 35 dB(A) y, en el caso de las horas más ruidosas éste no debe superar los 40 dB(A). En cuanto al tiempo de reverberación, éste corresponde a 0.6 segundos para salas de clases con un volumen de hasta 283 m³. Por otra parte, la Organización Mundial de la Salud (OMS) deja claramente establecido que, en los recintos escolares, el ruido de fondo recomendado es de 35 dB(A), y el tiempo de reverberación debiese oscilar alrededor de los 0.6 segundos.

Finalmente, cabe destacar una última guía de referencia internacional descrita por la Asociación Americana de Habla-Lenguaje y Audición (ASHA), donde los valores establecidos son ideales tanto para personas normoyentes como para niños con discapacidad auditiva. Es así como ésta señala que el ruido ambiental no debe superar los 30-35 dB(A) en un cuarto vacío; el tiempo de reverberación no debe exceder los 0,4 segundos y la relación entre la señal emitida por la fuente sonora y el nivel de ruido de fondo, debe ser de +15dB(A).

3.2 Normativas Nacionales.

En nuestro país los niveles de ruido dentro de un establecimiento escolar se regulan mediante la “Normativa vigente sobre Infraestructura Educativa” (Ministerio de Educación: MINEDUC, 2004), la cual no pone énfasis en el perfeccionamiento de las condiciones acústicas de los establecimientos. Es así como el decreto N° 75 del Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU, 2001), en su artículo 4.5.4 señala que para autorizar la construcción de un colegio, además de las especificaciones técnicas de todo tipo, se debe presentar un estudio

de impacto ambiental sobre los ruidos que el nuevo establecimiento pueda generar en el sector en donde se emplace. Sin embargo, los cálculos del nivel de presión sonora se realizan cuando el establecimiento educacional está desocupado. En consecuencia, cuando los escolares están en pleno proceso educativo, basado en movimiento e interacción, estos valores cambian.

Resulta relevante señalar que dentro de la normativa vigente sobre infraestructura educacional, el artículo descrito anteriormente es el único que hace referencia al nivel de presión sonora; mas no determina los valores adecuados para las salas de clases. No obstante, en la ley N° 19.300 el decreto N° 286 del Ministerio de Salud (MINSAL, 1997) señala que el nivel de ruido máximo dentro del aula, no debe superar los 40 dB(A), de lo contrario, el alumno no escucha las instrucciones del profesor, se irrita y su cerebro no es capaz de decodificar el lenguaje, que según los estudios de Miyara (2003) es el más afectado, junto al sueño, por la contaminación acústica.

Por otra parte, existe una “Guía de Diseño de Espacios Educativos” elaborada en conjunto por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), el Ministerio de Obras Públicas (MOP) y el MINEDUC, la cual tiene como objetivo optimizar las inversiones que se realizan en la infraestructura educacional. Esta guía en su Capítulo 2 hace referencia a las “Características según las Zonas Climáticas”, donde señala como exigencia de confort acústico el nivel de ruido aceptado por el MINSAL (p. 98), y, a su vez, alude a los requisitos que deben tener los terrenos contemplados para la construcción de colegios con materiales que los protejan acústicamente del ruido externo (p. 102). Pese a lo anterior, en las “Características de materialidad” (p. 103), la propiedades

acústicas de éstos no son consideradas y sólo se destacan las cualidades térmicas y los coeficientes de reflexión luminosa que deben tener los materiales.

En conclusión, las normativas sobre acústica en recintos cerrados, como las salas de clases, asumen una audición, aptitudes y capacidades de percepción lingüísticas normales y similares entre todos los oyentes. No obstante, las necesidades de audibilidad del habla en niños con discapacidad auditiva son mayores que en los normoyentes. Por lo tanto, las variables físicas y arquitectónicas de los establecimientos educacionales, deben adaptarse a las demandas audiológicas de todos los educandos, especialmente si se está considerando la integración de niños con discapacidad auditiva.

Es así como en el siguiente punto, se discutirán algunos aspectos del marco legal que rige la integración escolar de los niños con hipoacusia. Para lo cual se considera como base fundamental las condiciones acústicas del aula donde el educando está siendo instruido. De manera que la integración del niño a los recintos que imparten la educación formal, no tan sólo le permita compartir en el ámbito social con sus pares normoyentes, sino que, además, le brinde un ambiente acústico adecuado para el aprendizaje.

4. Integración escolar y Discapacidad Auditiva.

La discapacidad auditiva origina múltiples problemas, los cuales suelen incrementarse al momento de acceder a la educación formal. Esto se debe a que no sólo es necesario que el niño posea una prótesis auditiva adecuada, sino también, es preciso considerar las características ambientales de la sala en donde se lleva a cabo el proceso de enseñanza-aprendizaje. Si bien, los aparatos auditivos aportan grandes beneficios al infante durante su etapa escolar, debido a que amplifican la voz del docente, no se reflexiona que también aumentan la señal de ruido, interfiriendo en la correcta recepción del discurso. Es de vital importancia no pasar por alto las necesidades educativas de todos los alumnos, de lo contrario no se estaría cumpliendo con el principio básico de la integración, el cual plantea igualdad de oportunidades para todos.

4.1 Ley N° 19.284 de “Integración social de las personas con discapacidad” (1994).

Esta ley fue presentada como proyecto el año 1994, teniendo como propósito fundamental integrar en la sociedad a personas con diferentes discapacidades, y velar por el pleno ejercicio de los derechos que la Constitución y las leyes reconocen a todos los individuos. De este modo se busca que los sujetos con algún impedimento, puedan optar de igual forma tanto a la educación como al trabajo.

En primer lugar, se encuentran las normas preliminares, las cuales en su artículo 3° establecen quiénes son las personas consideradas con discapacidad y señala que éstas deben “... presentar dificultades objetivas para su integración social, desarrollo personal u autonomía” (boletín N° 3182-11, 2003). En relación a este artículo, y según el Decreto Supremo 2505 en su Artículo 2°, se define como Discapacidad educativa a “aquella en la que la persona por sus características particulares tiene necesidades especiales ante las tareas de aprendizaje, las que demandan adecuaciones curriculares, a fin de garantizarles reales posibilidades de educación” (MINSAL, 1995). Dentro de la población afectada por esta discapacidad se encuentran los niños con hipoacusia.

La ley en su artículo 5° señala:

“... se consideran ayudas técnicas los que permiten compensar una o más limitaciones funcionales motrices, sensoriales o cognitivas de la persona con discapacidad, con el propósito de permitirle salvar las barreras de comunicación y movilidad y de posibilitar su plena integración en condiciones de normalidad” (ley N° 19.284, 1994).

Según lo anterior, es posible argumentar que, en el caso de los niños con discapacidad auditiva, debieran considerarse como una ayuda técnica tanto el aislamiento como el acondicionamiento acústico del aula. De este modo, se disminuirían los ruidos que interfieren en la recepción de la señal acústica. Cabe mencionar, que las prótesis auditivas por sí solas no compensan la pérdida auditiva, sino que además se requiere de un ambiente acústico con bajos niveles de ruido para el correcto desarrollo del aprendizaje.

En cuanto a la equiparación de oportunidades del acceso a la educación, la ley reglamenta “... normas y principios que tienen por objeto lograr la plena integración social de personas con discapacidad, lo que deberá ir acompañado de las adecuaciones necesarias al sistema educacional y de subvenciones actualmente existentes” (MINEDUC, 2000)

Para que se cumpla lo anterior el Decreto 2542 dispuso en su Artículo 1°:

“... que el sistema escolar deberá brindar alternativas educacionales a aquellos educandos que presenten necesidades educativas especiales pudiendo hacerlo a través de: a) Los establecimientos comunes de enseñanza, b) Los establecimientos comunes de enseñanza con proyectos de integración y/ o c) Las escuelas especiales.” (MINEDUC, 2000)

En relación al segundo tipo de establecimiento antes mencionado, el Artículo 7° decreta:

“Los establecimientos que ofrecen alternativas de integración para sus alumnos con discapacidad, al nivel que corresponda, y que requieran recursos humanos y materiales adicionales, podrán impetrar el beneficio de la subvención de educación especial, la que deberá ser utilizada para satisfacer la contratación y adquisición de los recursos mencionados y del perfeccionamiento docente” (MINEDUC, 2000).

Además, el artículo 8° señala que los establecimientos educacionales deben presentar un “Proyecto de Integración” (MINEDUC, 2000) con el fin de recibir el beneficio monetario que les permita invertir en la educación de niños con discapacidad. Dicho proyecto debe cumplir con los requisitos que plantea el MINEDUC y, a su vez, debe ser aprobado por la Secretaría Regional Ministerial de Educación. No obstante, en el caso de los niños con pérdida auditiva se desconocen las necesidades ambientales con las cuales debe contar un establecimiento

educacional. Debido a lo anterior puede ser que los dineros no se inviertan adecuadamente y que los educandos con hipoacusia no reciban la ayuda necesaria para captar la información dada por el docente.

En síntesis, el ambiente acústico es un factor esencial para el desarrollo de una buena educación. Según el Presidente del Subcomité de Acústica de la ASA, Michael. T Nixon (1997), la educación es el proceso donde se imparten habilidades que conducirán a los estudiantes a razonar y pensar por sí mismos. Dicho proceso se produce mediante la interacción social entre estudiantes y docentes, la cual es en gran medida de naturaleza auditiva y verbal. Sin un ambiente que optimice este proceso quizás se acote al estudiante inhibiendo sus destrezas para alcanzar su potencial pleno.

Recapitulando, las condiciones acústicas óptimas dentro del aula se ven interferidas, repercutiendo en la calidad de la enseñanza académica entregada al educando, más aún si éstos poseen algún grado de pérdida auditiva. Ahora bien, una característica primordial, poco estudiada y analizada, tiene que ver con la presencia de ruido al interior de las salas. Si bien, nuestra legislación establece normas generales con respecto al ruido ambiental, ésta no considera una normativa específica con respecto al ambiente acústico al interior de los salones. Producto de todo lo señalado, surge el interés de este estudio de proponer un acondicionamiento sencillo con materiales absorbentes de sonido que pueden utilizarse en las aulas que favorezcan al niño con hipoacusia integrado, junto con proponer una disminución de ruido asequible de realizar en el futuro.

Capítulo II

- Presentación del Problema y Objetivos
- Material y Método

MATERIAL Y MÉTODO

En el siguiente capítulo se propone la hipótesis de esta investigación, junto con las posibles variables que intervienen en ella. A su vez, se presentan los objetivos generales y específicos que se espera cumplir para lograr una acústica apropiada al interior de un aula. Luego, se fundamentará el tipo de investigación y el diseño elegido para este estudio y, finalmente, se hace referencia a los procedimientos a seguir para llevar a cabo el acondicionamiento de la sala de clases.

Hipótesis

Al acondicionar acústicamente una sala de clases mejora el nivel de ruido de fondo y el tiempo de reverberación, favoreciendo así la relación señal ruido.

Variables

- Dependiente: parámetros acústicos.

- Independiente: acondicionamiento acústico.

Objetivo General

Acondicionar acústicamente una sala de clases mediante la utilización de materiales absorbentes, a fin de brindar un ambiente adecuado para niños con discapacidad auditiva integrados a la educación formal.

Objetivos Específicos

1. Evaluar el tiempo de reverberación (TR) y nivel de ruido de fondo (RF) de la sala de clases.
2. Establecer la relación señal-ruido (Rx. S/N)
3. Acondicionar acústicamente la sala de clases.
4. Reevaluar el tiempo de reverberación y nivel de ruido de fondo.
5. Establecer la relación señal-ruido luego del acondicionamiento acústico.

Fundamentos metodológicos

Para continuar, se exponen los fundamentos metodológicos con respecto al tipo de investigación exploratoria y diseño pre-experimental que corresponde para esta investigación.

Referente a la investigación, es posible afirmar que es de tipo exploratoria, puesto que tiene como propósito indagar y ampliar los conocimientos sobre un tema, el cual no ha sido abordado antes en la clínica fonoaudiológica. En efecto, para ejecutar el siguiente estudio fue necesario recopilar diversa información y posibles soluciones con respecto a una problemática actual, como son los altos niveles de ruido al interior de una sala de clases, específicamente donde exista un niño con hipoacusia integrado a la educación formal.

Ahora bien, según Hernández Sampieri (2003), una investigación puede comenzar siendo exploratoria y luego, según sus objetivos, pasar a ser descriptiva, puesto que se detallarán las propiedades de un fenómeno en dos situaciones distintas. Es así como, en el siguiente estudio, se detallarán las propiedades acústicas de una sala de clases antes y después de someterla a un acondicionamiento acústico.

En cuanto al diseño, Hernández Sampieri (2003) plantea que los diseños experimentales se dividen en tres tipos, siendo uno de ellos el pre-experimental, denominado así ya que su grado de control es mínimo. Ahora bien, dentro de este se encuentra el *Diseño de preprueba-postprueba con un solo grupo* donde “a un grupo se le aplica una prueba previa al estímulo o

tratamiento experimental, después se le administra el tratamiento y finalmente se le aplica una prueba posterior al tratamiento” (P.220).

Este tipo de diseño es útil como primer acercamiento hacia el problema de la investigación en la realidad, pues nos permite obtener un punto de referencia inicial, para ver qué nivel tenía el grupo en la variable dependiente antes del estímulo. No obstante, los resultados en dicho diseño deben observarse con precaución, debido a que no es posible obtener conclusiones seguras, por lo cual se hace necesario realizar estudios más profundos.

Procedimiento de trabajo

El siguiente proyecto pretende lograr un ambiente de confort acústico al interior del aula para niños con discapacidad auditiva. En una primera etapa, se realizará una selección de la sala a modificar, mediante la aplicación de criterios de inclusión y exclusión. Una vez elegida, se medirán: tiempo de reverberación, nivel de ruido de fondo e intensidad de la voz de la profesora hablando, para luego establecer la relación señal-ruido. Después, se procederá a realizar el acondicionamiento acústico, y así posteriormente hacer una segunda medición con las modificaciones dispuestas en la sala de clases.

En una segunda etapa, se compararán los resultados de ambas mediciones para verificar la efectividad acústica de los materiales empleados.

Desarrollo de la investigación

1. Características generales del universo

Este estudio seleccionó a todos los establecimientos comunes de enseñanza y/o con proyecto de integración en donde se encuentre un niño con hipoacusia implementado con prótesis auditiva cursando el primer año de Educación General Básica durante el período académico 2006, y que además, haya recibido previamente terapia especializada de estimulación auditiva en el colegio Santiago Apóstol de la Región Metropolitana.

1.1 Características generales de la muestra

La selección de la muestra apropiada para este estudio es de tipo no probabilística o también llamadas muestras dirigidas, en donde se supone un procedimiento de selección informal. “En muestras de este tipo, la elección de los sujetos no depende de que todos tengan la misma probabilidad de ser elegidos, sino de la decisión de un investigador o grupo de encuestadores” (Hernández Sampieri, 2003, p: 327). A su vez, para el enfoque cualitativo, al no interesar tanto la posibilidad de generalizar los resultados, este tipo de muestra es de gran valor, pues logra obtener los casos que interesan al investigador y que llegan a ofrecer una gran riqueza para la recolección y el análisis de los datos.

Ahora bien, el grupo seleccionado es homogéneo con la finalidad de enfocar sólo el tema a investigar. A su vez, se pretende enfatizar un proceso: acondicionamiento acústico, en un grupo determinado, en este caso la sala de clases que utiliza el primer año básico del Colegio Santa Teresita del Niño Jesús, en la cual está integrado un niño con hipoacusia.

2. Procedimientos

2.1. Criterios de inclusión

Se considerará a todos los establecimientos educacionales comunes y/o con proyecto de integración a los cuales asista un niño con discapacidad auditiva en el primer año de educación general básica, durante el período académico 2006. Además, estos niños deben estar implementados con audífonos y haber recibido terapia especializada de estimulación auditiva previa entregada por el Colegio Santiago Apóstol ubicado en la comuna de Santiago. (RM)

2.2 Criterios de exclusión

No serán parte de este estudio aquellos colegios cuya edificación no corresponda en primera instancia a fines educativos. Tampoco serán considerados en esta investigación aquellos recintos que no pertenezcan a la comuna de Santiago ni que el número de alumnos por sala sea inferior a 35.

En cuanto a las salas de clases, no se tomarán en cuenta a aquellas aulas que no se encuentren pareadas en al menos una de sus paredes. A su vez, la ubicación de dicha aula no debe encontrarse cerca de una calle con alto tráfico vehicular.

2.3. De la evaluación

Una vez seleccionada la muestra fue necesario un informe visual de la estructuración de la sala a cargo de un Ingeniero en Construcción, cuya finalidad fue detallar las características físicas del aula a intervenir (Anexo 1). Posteriormente, se evaluó el tiempo de reverberación, el ruido de fondo y la intensidad de la voz de la profesora hablando dentro del aula durante un período de clase normal. Para obtener el tiempo de reverberación, se empleó la norma ISO 3382 y, para medir el ruido de fondo e intensidad de la voz de la profesora hablando se utilizó el protocolo de medición descrito en el libro “*Sound-field FM amplification*” (Flexer y cols. 1997, p.71) (Anexo 2). Ambas evaluaciones estuvieron a cargo de la empresa “Control Acústico S.A”.

2.4. De la intervención

Una vez recogida la información mediante el protocolo, se diseñaron las estrategias de modificaciones para proceder al acondicionamiento acústico del aula. Dicha intervención se realizó en cinco etapas.

1. Cambio de regatones a inmobiliario de la sala de clases: Se reemplazaron los regatones plásticos de sillas y mesas por regatones de goma, cuya finalidad es reducir el ruido de fondo provocado por el roce de los soportes del inmobiliario con el piso.
2. Eliminación de imperfecciones: Se corrigieron las superficies de las paredes mediante el uso de pasta muro y sellantes, para luego lijarlas y proceder a pintar el aula con la finalidad de favorecer la iluminación de ésta.
3. Sellado de puertas y ventanas: Para ello se utilizó silicona y huincha de felpa, con el fin de evitar la filtración de sonido hacia el interior de la sala.
4. Instalación de cortinajes en ventanas: Se reemplazaron las cortinas existentes (trevera) por unas que poseen propiedades acústicas absorbentes (lanilla gruesa).
5. Instalación de difusores acústicos, con la finalidad de difundir el sonido incidente en muchos ángulos de salida y como subproducto favorecer la absorción.

2.5. De la reevaluación

Luego del acondicionamiento acústico en la sala de clases y durante el mes de Julio se realizó la segunda medición de los parámetros acústicos bajo las mismas condiciones utilizadas en la fase inicial del estudio.

3. Instrumentos

3.1. Instrumentos de selección

- Pauta de observación donde se consideró la infraestructura escolar general. Para ello se utilizó una pauta de selección creada por las alumnas tesisistas (Anexo 3) con la finalidad de encontrar la sala de clases adecuada al propósito de esta investigación.

3.2. Materiales

3.2.1. Materiales en la evaluación (Anexo 1 y 4)

- Pauta de inspección visual de la estructuración de la sala
- Sonómetro
- Computador portátil
- Software para la medición de parámetros acústicos
- Calibrador
- Altavoz autoamplificado
- Pautas de medición de parámetros acústicos

3.2.2. Materiales en la intervención

- Regatones
- Cortinas
- Pinturas de látex
- Pasta muro
- Huinchas de felpa
- Silicona
- Brochas y rodillos
- Lijas
- Goma eva
- Espátulas
- Maderas
- Huincha de medir
- Taladro
- Lápices
- Tornillos
- Reglas
- Pegamentos
- Diluyentes
- Martillo
- Alicates
- Caimanes

3.2.3. Materiales en la reevaluación

- Sonómetro
- Computador portátil
- Software para la medición de parámetros acústicos
- Calibrador
- Altavoz autoamplificado
- Pautas de medición de parámetros acústicos

4. Resultados esperados

Con la intervención realizada se espera disminuir el tiempo de reverberación y el nivel de ruido de fondo y, a su vez, favorecer la relación señal-ruido.

Capítulo III

- Presentación y Análisis

de los Resultados

PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los resultados de la medición acústica de una sala de clases serán presentados y analizados en este capítulo. Estos fueron obtenidos a través de dos mediciones, con un intervalo de 28 días entre cada una. En esta investigación se presentarán gráficos que comparen los resultados obtenidos en ambas mediciones, por lo tanto, se mostrarán las diferencias encontradas entre los parámetros acústicos antes y después del acondicionamiento.

La primera evaluación tuvo como objetivo establecer los valores acústicos que posee la sala de clases seleccionada, antes de realizarse al acondicionamiento acústico. A su vez, la segunda evaluación se realizó para medir cuantitativamente la eficacia de la intervención acústica, es decir, esta última cumplió un rol exclusivamente comparativo. Una vez conocidos los valores arrojados por el sonómetro, fue posible interpretar de manera confiable los resultados obtenidos en las dos mediciones.

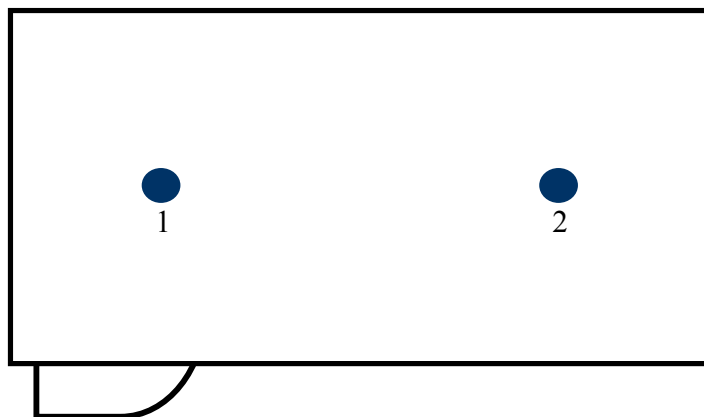
➤ **Resultados de la evaluación**

Tabla 1: Tiempo de reverberación (TR) en los dos puntos medidos antes del acondicionamiento acústico.

Ubicación	TR20	TR30
1	0.67	0.74
2	0.70	0.75
Promedio (X T)	0.69	0.75

En la tabla 1 es posible observar los valores obtenidos para el tiempo de reverberación, tanto para TR_{20} ¹ como para TR_{30} ², durante la primera medición de los parámetros acústicos en la sala de clases en las dos ubicaciones correspondientes que se ilustran en la figura 1.

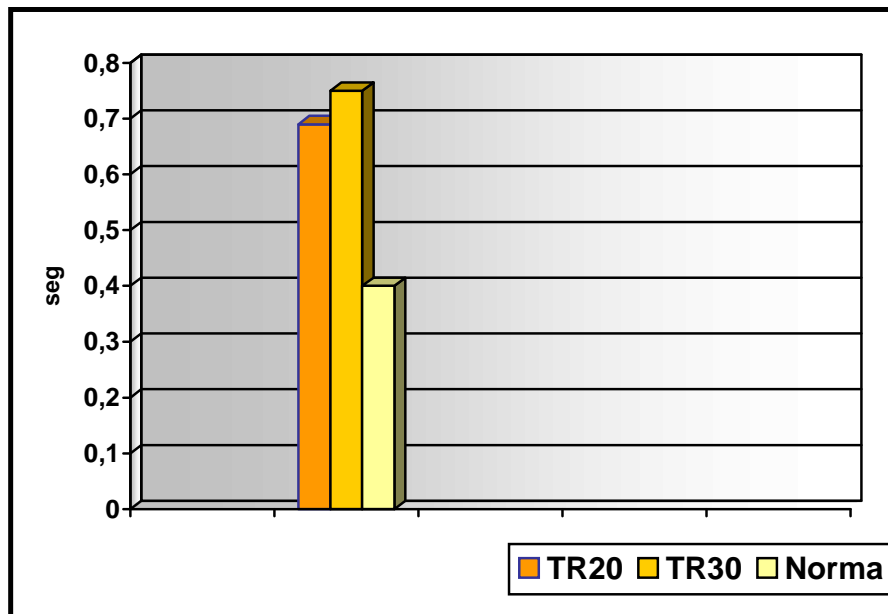
Figura 1: Croquis de la sala de clases con los dos puntos de medición para el tiempo de reverberación utilizados en la evaluación y reevaluación.



¹ TR_{20} : Tiempo de reverberación proyectado a través de una caída de 20 dB.

² TR_{30} : Tiempo de reverberación a través de una caída de 30 dB.

Gráfico 1: Tiempo de reverberación (RT) antes del acondicionamiento acústico en la sala de clases v/s Tiempo de reverberación recomendado por normativas internacionales.



En el gráfico 1 se muestra la diferencia entre los valores obtenidos para el tiempo de reverberación y lo recomendado por las normativas internacionales. En donde es posible apreciar que los valores encontrados en la sala de clases superan los 0.4 segundos óptimos descritos por la ASHA para niños con alguna pérdida auditiva. Es así como el promedio de TR_{20} es de 0.69 segundos y para TR_{30} corresponde a 0.75 segundos.

Tabla 2: Ruido de fondo en los diferentes puntos de la sala de clases antes del acondicionamiento acústico.

Ubicación	1	2	3	4	5	X
dB(A)RF	55.9	56.8	55.4	57.7	56.5	56.5

La tabla 2 representa los valores del ruido de fondo, medidos en los cinco puntos de la sala de clases, durante la primera medición junto con el promedio de éstos. En la figura 2 es posible apreciar un croquis del aula con los cinco puntos.

Figura 2: Croquis de la sala de clases con los cinco puntos de medición para el ruido de fondo (RF) utilizados en la evaluación y reevaluación.

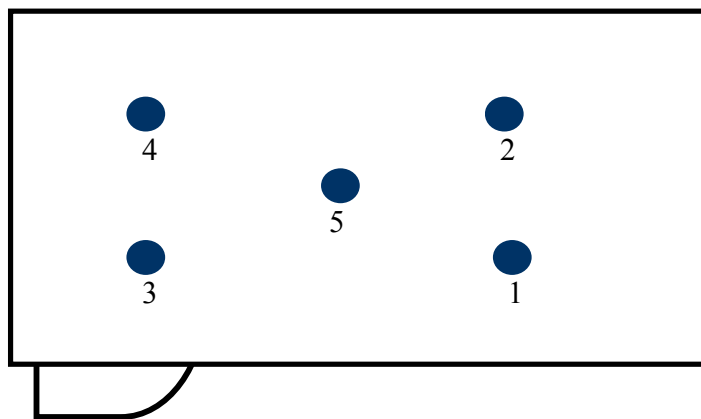
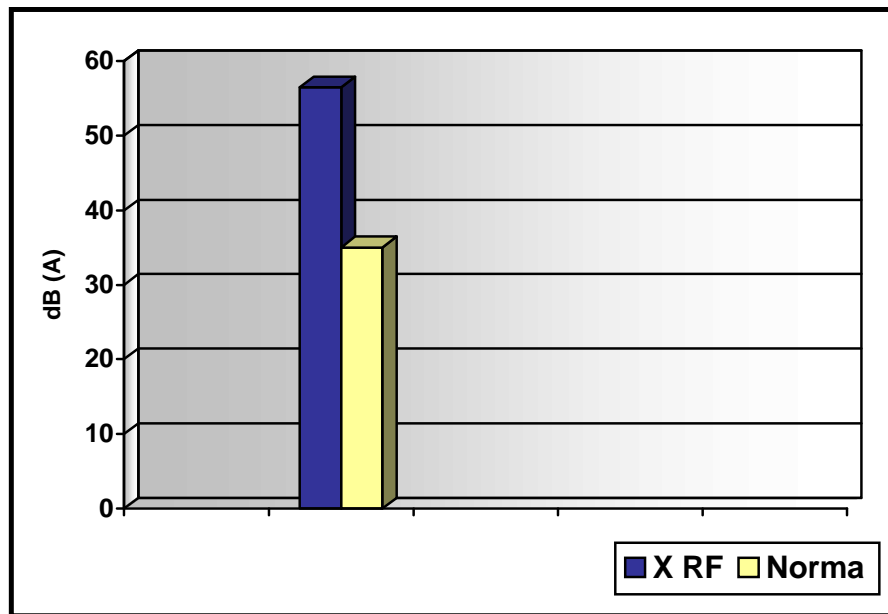


Gráfico 2: Ruido de fondo (RF) antes del acondicionamiento acústico en la sala de clases v/s Ruido de fondo recomendado por normativas internacionales.



En el gráfico 2 se presenta una comparación entre el valor promedio del ruido de fondo encontrado en la sala de clases con los valores considerados óptimos según las normativas internacionales (ASHA; OMS). De acuerdo a estos resultados, es posible afirmar de manera objetiva que el ruido existente al interior del aula corresponde a 56.5 dB(A), superando los estándares internacionales recomendados de 35 dB(A) para recintos cerrados cuya finalidad sea la emisión de la palabra.

Tabla 3: Nivel de la voz de la profesora hablando (PH) en los diferentes puntos de la sala de clases antes del acondicionamiento acústico.

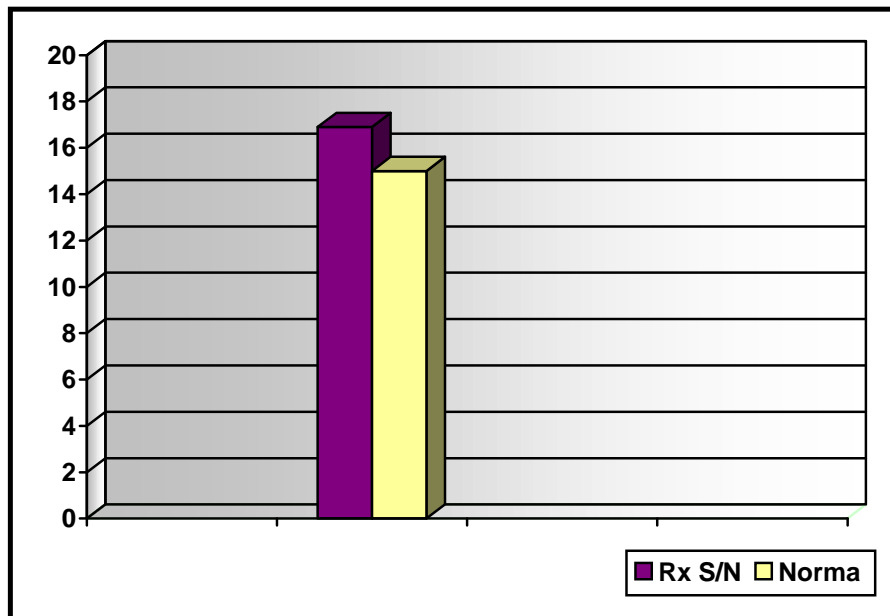
Ubicación	1	2	3	4	5	X
dB(A) PH	72.2	74.2	73.0	74.1	73.5	73.4

La tabla 3 muestra los valores obtenidos en los diferentes puntos de medición para la voz de la profesora hablando (PH) obteniéndose un promedio de 73.4 dB(A). Dicho valor se utilizará para obtener la relación señal-ruido dentro del recinto junto con el promedio del ruido de fondo descrito anteriormente. La siguiente tabla resume la relación señal-ruido en los cinco puntos de medición al interior del aula.

Tabla 4: Relación señal - ruido (Rx S/N) en los cinco puntos de medición antes del acondicionamiento acústico.

Ubicación	1	2	3	4	5	X
Rx S/N	16.3	17.4	17.6	16.4	17.0	16.9

Gráfico 3: Relación señal-ruido (Rx. S/N) al interior de la sala de clases antes del acondicionamiento acústico v/s Relación señal-ruido recomendada por normativas internacionales.



El gráfico 3 ilustra el promedio de la relación señal ruido encontrado en la sala de clases antes de la intervención acústica, cuyo valor corresponde a +16.9 dB(A). Aquí se puede apreciar que supera de manera favorable lo establecido por las normas de +15 dB(A). Es así como dicho parámetro estaría dentro de lo aceptable en una sala de clases. No obstante, con el acondicionamiento acústico se esperaba favorecer más dicha relación.

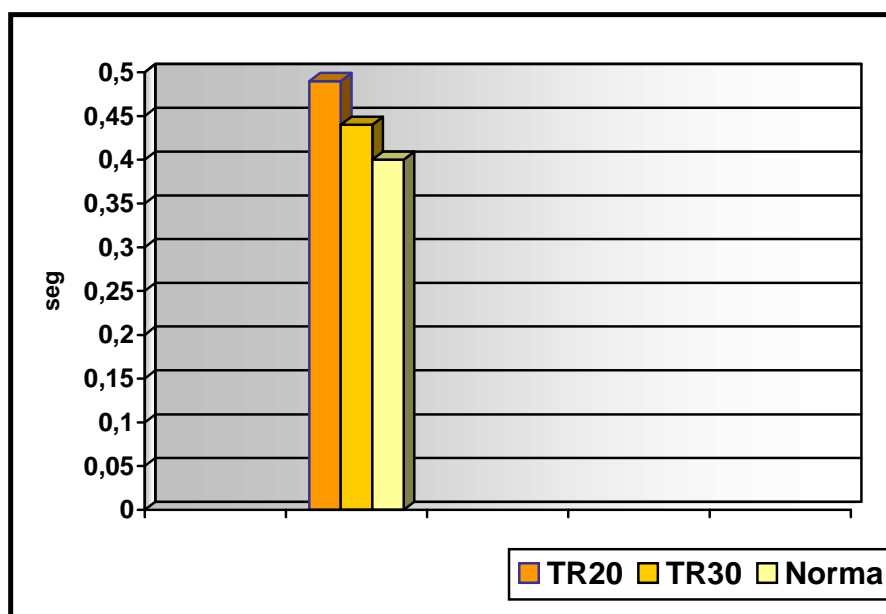
➤ **Resultados de la reevaluación**

Tabla 5: Tiempo de reverberación (TR) en los dos puntos medidos después del acondicionamiento acústico.

Ubicación	TR20	TR30
1	0.50	0.46
2	0.47	0.41
Promedio (X TR)	0.49	0.44

Es posible observar en la tabla 5 los promedios para el tiempo de reverberación obtenidos en la segunda medición, luego del acondicionamiento acústico de la sala de clases, registraron 0,49 segundos para TR₂₀ y 0,44 segundos para TR₃₀.

Gráfico 4: Tiempo de reverberación (TR) después del acondicionamiento acústico en sala de clases v/s Tiempo de reverberación recomendado por las normativas internacionales.



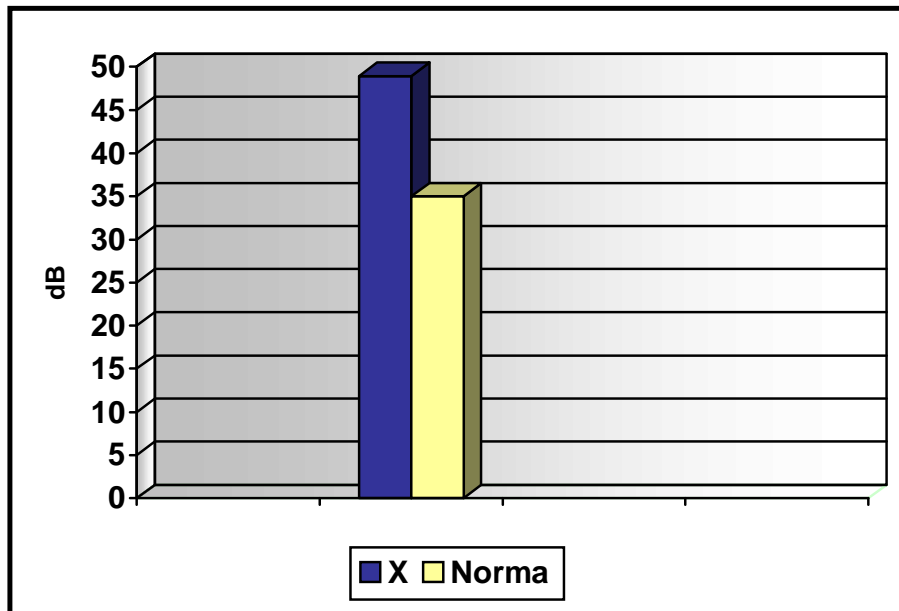
En el gráfico 4 se puede observar la disminución sufrida por el tiempo de reverberación. Luego del acondicionamiento acústico, la diferencia entre los valores encontrados en la sala de clases y los recomendados por las normativas internacionales (ASHA) es mínima.

Tabla 6: Ruido de fondo (RF) en los diferentes puntos de la sala de clases después del acondicionamiento acústico.

Ubicación	1	2	3	4	5	X
dB(A)RF	52.5	47.9	48.5	48.5	47.5	49.0

La tabla 6 representa los valores obtenidos en los diferentes puntos de medición del nivel de ruido de fondo en la sala de clases después del acondicionamiento acústico el que presenta un promedio de 49 dB(A).

Gráfico 5: Ruido de fondo (RF) después del acondicionamiento acústico en la sala de clases v/s Ruido de fondo recomendado por normativas internacionales.



El gráfico 5 muestra los resultados obtenidos después de realizar el acondicionamiento acústico. En él se observa que el ruido de fondo sigue estando por sobre lo recomendado en las normativas internacionales (35 dB(A)).

Tabla 7: Nivel de la voz de la profesora hablando (PH) en los diferentes puntos de la sala de clases después del acondicionamiento acústico.

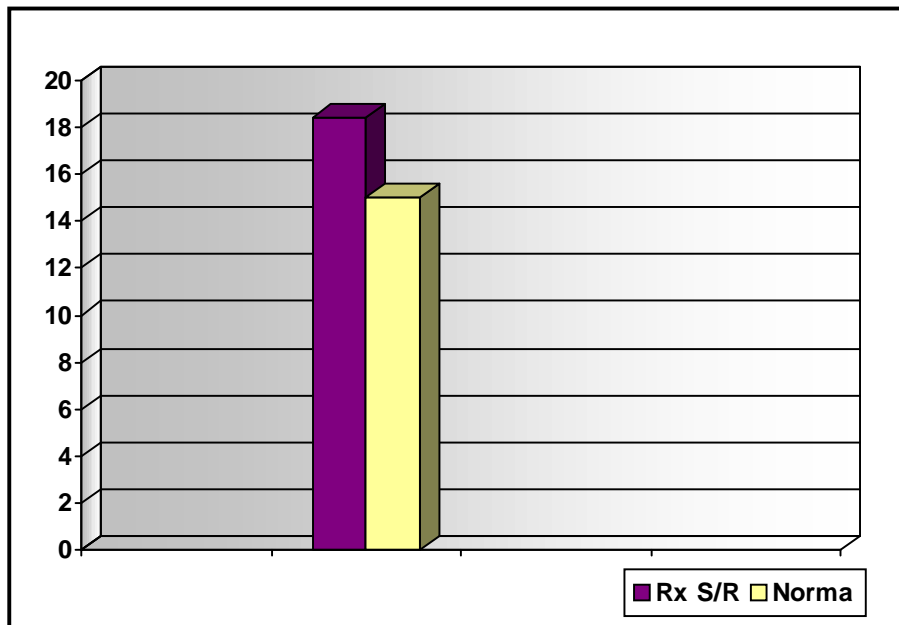
Ubicación	1	2	3	4	5	X
dB(A) PH	67.3	65.8	66.1	69.9	67.8	67.4

La tabla 7 muestra los valores obtenidos en los diferentes puntos de medición para la voz de la profesora hablando (PH), registrándose un promedio de 67.4 dB(A). Este valor se utilizará para obtener la relación señal-ruido tal como se planteó anteriormente. La siguiente tabla resume la relación señal ruido en los cinco puntos de medición al interior del aula.

Tabla 8: Relación señal-ruido (Rx S/N) en los cinco puntos de medición después del acondicionamiento acústico.

Ubicación	1	2	3	4	5	X
Rx S/N	14.8	17.9	17.6	21.4	20.3	18.4

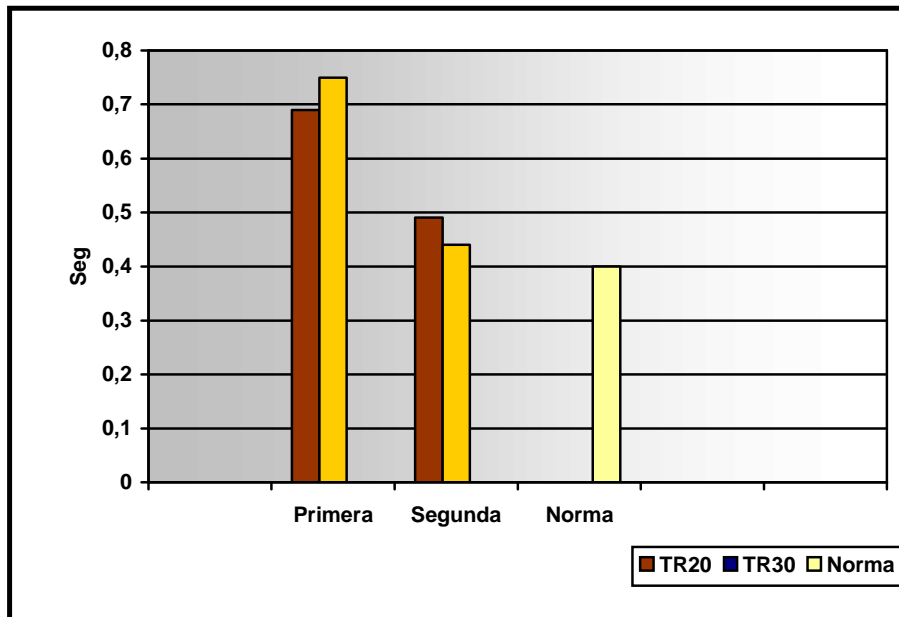
Gráfico 6: Relación señal-ruido (Rx S/N) después del acondicionamiento acústico en la sala de clases v/s Relación señal-ruido recomendada por las normativas internacionales.



El gráfico 6 refleja el promedio de la relación señal-ruido encontrado en la sala de clases una vez realizada la intervención acústica, cuyo valor corresponde a +18.4 dB(A). De este modo se puede observar que dicho promedio supera de manera favorable lo establecido por las normativas (+15 dB(A)).

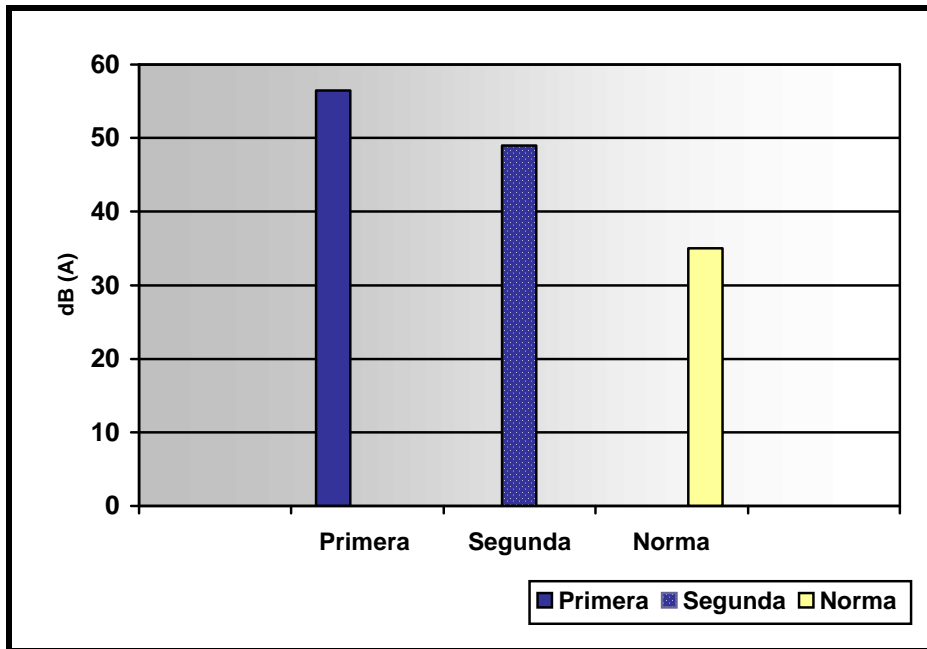
➤ **Resultados comparativos**

Gráfico 7: Tiempo de reverberación (TR) antes y después del acondicionamiento acústico.



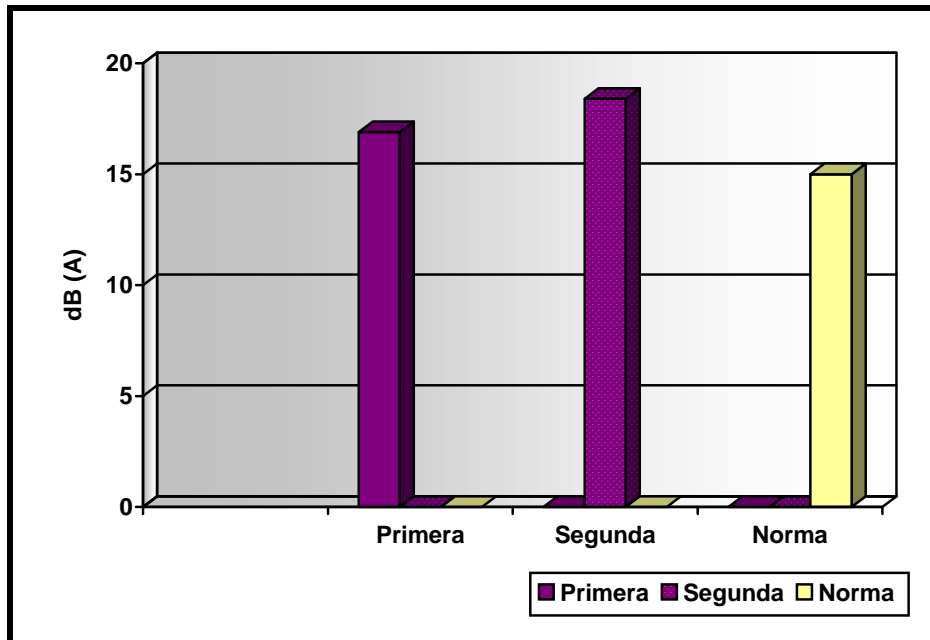
El tiempo de reverberación acusó valores superiores a los considerados altos (según las normativas) en la primera medición. Sin embargo, en la segunda medición éste se redujo, mediante el tratamiento acústico de la sala con materiales absorbentes, y se acercó a los valores considerados óptimos por la OMS y la ASHA tanto para niños normoyentes como para niños con hipoacusia respectivamente.

Gráfico 8: Ruido de fondo (RF) antes y después del acondicionamiento acústico.



En el gráfico 8 se comparan los resultados obtenidos para el ruido de fondo antes y después del acondicionamiento acústico, demostrando que éste en la segunda medición disminuyó notoriamente. De este modo el ruido de fondo se acercó a los 35 dB(A) que los organismos internacionales consideran adecuados dentro de una sala de clases.

Gráfico 9: Relación señal–ruido (Rx. S/N) antes y después del acondicionamiento acústico.



A través del gráfico 9, es posible observar que en ambas mediciones la relación señal ruido cumple con los valores recomendados por los organismos internacionales. Cabe destacar que, luego del acondicionamiento acústico, éste parámetro aumentó en 1.5 dB(A) lo cual es favorable, dado que en este caso lo que se busca es aumentar la relación señal-ruido.

Capítulo IV

♦ Discusión y

Comentarios

DISCUSIÓN Y COMENTARIOS

En el presente capítulo, se interpretarán los resultados cualitativamente, ya que los valores no son concluyentes por el reducido tamaño de la muestra; por lo mismo, sólo se considerarán como tendencias, puesto que no se pueden generalizar. Según estos resultados, es posible afirmar que la hipótesis planteada es correcta, ya que tanto el tiempo de reverberación como el ruido de fondo disminuyeron sus valores luego de realizar el acondicionamiento acústico, mejorando así la relación señal-ruido. Asimismo, de este estudio es posible sacar algunas conclusiones que serán útiles al momento de plantear nuevas estrategias referidas al mismo tema.

En base a la bibliografía previamente analizada podemos inferir que las superficies de la sala de clases son altamente reflectoras, debido a que durante la primera evaluación, el tiempo de reverberación acusó valores superiores a los recomendados. Producto de esto, en la intervención se utilizaron materiales con propiedades absorbentes (cortinas y difusores acústicos) los cuales permitieron disminuir en 0,3 seg. el tiempo de reverberación. Cabe destacar que para lograr tiempos de reverberación más cercanos a lo requerido por las normativas se haría necesario el uso de materiales más sofisticados, que sean capaces de capturar ondas en un espectro de frecuencias más amplio.

En relación al ruido de fondo, este estudio avala las investigaciones realizadas por el SESMA, la CONAMA y la Universidad Vicente Pérez Rosales, donde se expone que los niveles de ruido en recintos educacionales son superiores a los recomendados por las

normativas internacionales, lo cual podría incidir, de alguna manera, en la percepción de los estímulos dentro del aula. Lo anterior puede ser consecuencia del inadecuado diseño de infraestructura que poseen los establecimientos educacionales junto con la baja calidad de los materiales empleados para su construcción. Según Flexer y cols. (1997) el uso de materiales absorbentes simples favorece la disminución del ruido de fondo entre 5 y 8 dB (A), lo cual se corroboró en esta investigación, ya que se logró bajar el nivel de ruido de fondo en 7 dB (A).

Respecto a la relación señal-ruido se determinó que en ambas mediciones ésta cumple con el valor establecido (+15dB (A)) para niños con hipoacusia, pese a que los niveles de ruido de fondo sobrepasan lo recomendado por las normativas. Sin embargo, el buen uso de las cualidades vocales de la profesora favoreció dicha relación, lo que no siempre está presente en los educadores. Luego del acondicionamiento acústico se logró disminuir el ruido de fondo y, por ende, el profesor disminuyó la intensidad vocal. De lo anterior, podemos deducir que reduciendo el ruido de fondo, la señal, en este caso la voz del profesor disminuirá, evitando un posible sobreesfuerzo vocal del docente, que al ser reiterados pueden derivar en patología.

En definitiva, esta investigación pone en evidencia que la sala de clases posee un ambiente acústico inadecuado. Asimismo se comprobó que es posible mejorar las condiciones acústicas a través de un acondicionamiento acústico que implique el uso de materiales sencillos y al alcance de cualquier realidad, como los recomendados por Carol Flexer y cols. en su libro “*Sound - field FM amplification*” (Anexo 7). No obstante, cabe destacar que la intervención acústica realizada no es suficiente ya que no fue posible cumplir con los valores establecidos por las normativas internacionales.

A su vez, esta investigación busca crear conciencia sobre las exigencias de infraestructura que deben poseer los establecimientos educacionales y manifiesta la necesidad de considerar una reformulación de la ley N° 19.284 de integración social de las personas con discapacidad en su decreto N° 2542 sobre los requerimientos educacionales que demandan los niños con hipoacusia. Por lo cual, consideramos necesario contar con un equipo multidisciplinario (Ingenieros en Construcción, Arquitectos, Sostenedores, Fonoaudiólogos, entre otros) que guíe el diseño y construcción de un recinto educacional con la finalidad de crear un ambiente acústico acorde a los requerimientos de los alumnos, sobretodo para aquellos recintos donde un niño con hipoacúsia forme parte del alumnado.

Para finalizar, cabe señalar la necesidad de realizar futuras investigaciones que profundicen en este tema y evalúen las posibles implicancias del ruido en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

BIBLIOGRAFIA

1. American Speech-Language and Hearing Association (ASHA), Guidelines for Acoustics in educational environments, 37, Suppl. 14, pp.15-19, 1995.
2. Bravo, E. & Vásquez, P.; *“Elaboración de una propuesta de normativa para la inteligibilidad de la palabra en salas de clases”*, Tesis para optar al título de ingeniero en acústica y sonido, Universidad Tecnológica Vicente Pérez Rosales, Chile, 2004.
3. Carrión, A.; *“Diseño acústico de espacios arquitectónicos”*, Barcelona: Ediciones UPC, 2000.
4. Colussi, C. & Gómez, E.; Tesis de titulación: *“Análisis de la influencia de las fuentes de ruido externas en el ruido de fondo al interior de las salas de clases para establecimientos educacionales de la región metropolitana”*, Tesis para optar al título de ingeniero en acústica y sonido, Universidad Tecnológica Vicente Pérez Rosales, Chile, 2005.
5. De Sebastián, G.; *“Audiología Práctica”*, Buenos Aires: Medica Panamericana, 1999.
6. Ercoli, L. & Azzurro, A.; *“Caracterización Sonora de Aulas”*; Universidad Tecnológica Nacional: Bahía Blanca, Argentina; 1998.

7. Flexer, C. & cols.; “*Sound – Field FM Amplification*”, 17^a Edición, España: Editorial Interamericana: Mc Graw - Hill, 1997.
8. Garrido, A; “*Física del sonido*”, Madrid: Sanz y Torres, 1996.
9. Garrido, A; “*Principios de acústica*”, Madrid: Sanz y Torres, 1997.
10. “Guías de la Organización Mundial de la Salud (OMS)”: Capítulo 4: p.55-65, 2004.
11. Harrys, Cyril M.; “*Manual de medidas acústicas y control de ruido*”, 3^a Edición, Madrid; España: Mc Graw - Hill, 1998.
12. Hernández, M. & Fernández, C.; “*Metodología de la investigación*”, México: Mc Graw - Hill, 2003.
13. Ley N° 19.284 de “Integración Social de las Personas con Discapacidad”; Santiago, Chile; 1994.
14. Leyton, J.M.; Apuntes de cátedra. Universidad de Valparaíso, Chile, 2002.
15. Martínez Celdrán, E.; “*El sonido en la comunicación humana: introducción a la fonética*”, 2^a edición, Barcelona: Octaedro, 2003.

16. MINEDUC; “Normativa Vigente sobre Infraestructura Educativa”; Santiago, Chile; 2004.
17. MINVU; “Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones”; Santiago, Chile; 2006.
18. MINSAL; Ley N° 1300, Decreto 286; Santiago, Chile; 1997.
19. MINEDUC, UNESCO, MOP; “Guía de Diseño de Espacios Educativos”; Santiago, Chile.
20. Miyara, F.; “*Acústica y sistemas de sonido*”, 3ª edición, UNR Editora, 2003.
21. Norma ANSI S12.60-2002 “American National Standard: Acoustical Performance Criteria, Design Requirement, and Guidelines for School”.
22. Norma Brasileña: Asociación Brasileña de Normas Técnicas- ABNT Título: NBR 10151 “Evaluación del ruido en áreas habitadas con miras al confort de la comunidad”, 2000.

23. Proyecto de descontaminación Ambiental Región Metropolitana (Chile): “*Estudio base de generación de niveles de ruido/ Proyecto de descontaminación ambiental Región Metropolitana*”, Santiago, Chile: s. n., 1989.
24. Recuero, M.; “*Acondicionamiento Acústico*”, Madrid: Paraninfo, 2001.
25. Recuero, M.; “*Acústica Arquitectónica*”, 2ª Edición, Madrid: Paraninfo, 1992.
26. Seballos, S & cols; Artículo: “*Polución acústica en salas de clases y patologías auditivas como factores de riesgo en educación y aprendizaje*”, Revista de Acústica, 2000.
27. Revista Creces; “*El sonido y sus propiedades*”, Agosto, 1989.
28. www.asastore.aip.org
29. www.mma.gov.br
30. www.oirmejor.org.ar

ANEXOS

ANEXO N° 1

INFORME VISUAL DE LA ESTRUCTURACIÓN DE LA SALA

Nombre del Establecimiento : “Colegio Santa Teresita del Niño Jesús”

Curso : Primer año Básico

Fecha : 24 de Mayo 2006

Dirección : General Baquedano # 762 Santiago.

Número de Alumnos : 37 *Fe m:* X *Masc:* —

Alumnos integrados : 1 *Fe m:* X *Masc:* —

A) CROQUIS DE LA SALA

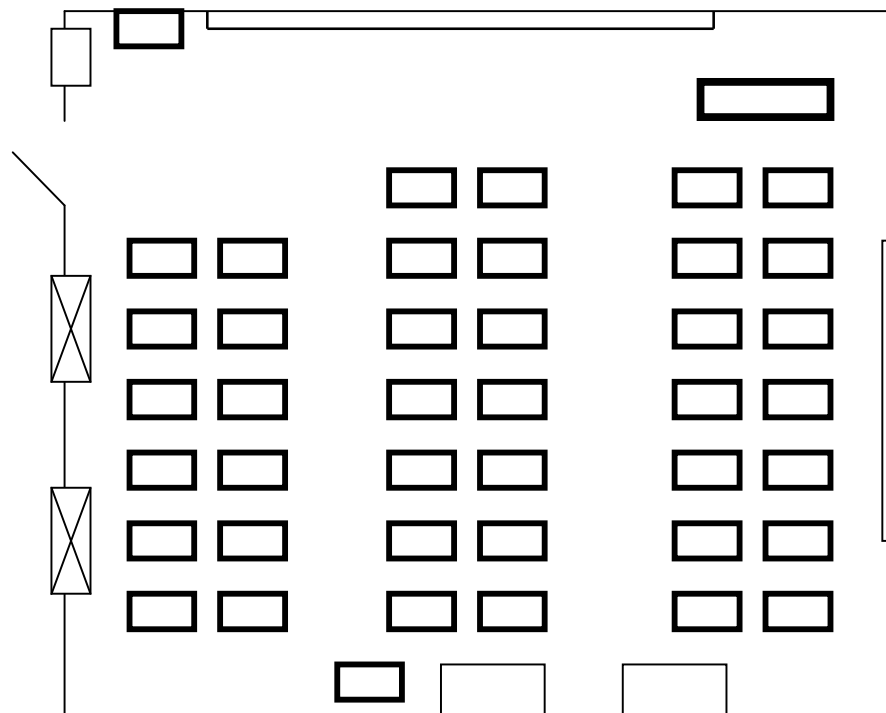




Fig. 1: Frontis sala de clases.

B) VOLUMEN: Alto: 2,80 mts Ancho: 4,96 mts. Largo: 7,4 mts.

C) NÚMERO DE BANCOS: 37

D) DESCRIPCIÓN DE LAS PAREDES

- De ladrillo, muralla invertido (a lo largo), estucados por ambos lados además recubierto con yeso y/o pasta muro, pintura al agua.



Fig. 2: Pared anterior.



Fig. 3: Pared lateral.

E) DESCRIPCIÓN DE LAS VENTANAS

- **Ventana sur – poniente:** Marco de aluminio, dividida en dos partes. Inferior fija con separación a la mitad y superior con separación a la mitad pero corredera (se abre), cristal simple (vidrio), terminaciones de mala calidad y cierres en mal estado. Sugerencias: cambiar ventanas por completo con un cristal más grueso y con mejores terminaciones en los marcos.



Fig. 4: Ventana sur – poniente.

- **Ventana sur - oriente:** marco de aluminio, dividida en dos partes. Inferior fija con separación a la mitad de policarbonato y superior con separación a la mitad pero corredera de cristal simple. Terminaciones de mala calidad, seguros o cierres en mal estado. Sugerencias: cambiar ventanas por completo por un cristal más grueso y con mejores terminaciones en los marcos.



Fig. 5: Ventana sur – oriente.

F) DESCRIPCIÓN DE LAS PUERTAS

- Separada con un medio punto de cristal simple superior e inferior, enchape simple, puerta de la misma estructura, marco y vano de la puerta con muy malas terminaciones y estructura. Sugerencias: cambiar por completo la puerta por una de madera, sellar los orificios o espacios abiertos con aislantes sugeridos. Cambiar el cristal por uno más grueso.



Fig. 6: Puerta ingreso.

G) DESCRIPCIÓN DEL CIELO

- Material de madera puede ser masisa o terciado. Sugerencias: sellar espacios o aberturas en todos sus rincones con espuma expansiva, instalar espuma especial o similar en todo el cielo.



Fig. 7: Cielo y muro.

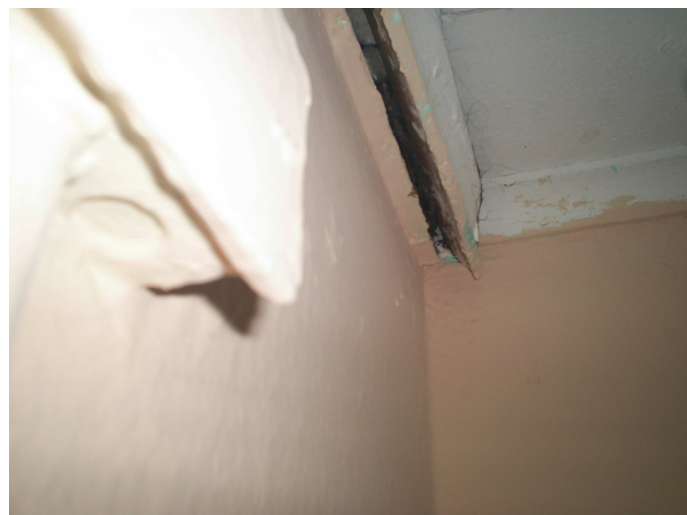


Fig. 8: Cielo y muro.

H) DESCRIPCIÓN DEL PISO

- Radier de hormigón, con piso de flexit bicolor de muy mala calidad. Sugerencias: instalar cubre piso en toda la sala en lo posible con una felpa gruesa (alfombra simple), con terminaciones en los rincones con un buen cuzquillo y guardapolvo.



Fig. 9: Piso.

I) DESCRIPCIÓN DE REVESTIMIENTOS

- Toda la pared esta cubierta con terciado de 2 a 3 mm. de espesor a una altura promedio de 1,5 con varios cortes en su diseño, estos están mal adheridos al muro dejando espacios vacíos entre ambas estructuras. Sugerencias: adherir el terciado como es debido al muro e instalar un listón de madera en la parte superior para mejorar el diseño y durabilidad.

J) OTROS

- Cabe mencionar que esta sala consta con una estructura de muros laterales de muy buena calidad, pero el problema mayor está en las ventanas, puertas y en el cielo debido a que la separación entre el primer y segundo piso es de madera dejando espacios entre sí.

ANEXO N° 2

PROTOCOLO PARA MEDIR EL RUIDO DE FONDO E INTENSIDAD VOCAL

(CAROL FLEXER Y COLS. 1997)

El equipo requerido será el siguiente:

1. Sonómetro o medidor de sonido. (con escala A y respuesta lenta)
2. Cinta de medición de 20 pies.
3. Una lectura estándar. (Texto para que la profesora lea)

Paso 1. Coloque al profesor en la posición educacional normal en la sala de clase. Los estudiantes deben estar sentados en sus lugares normales para la instrucción. Es importante que la medición se realice durante el período de clases normal, de modo que las condiciones acústicas sean representativas de ambientes educacionales reales.

Paso 2. Encienda el medidor de sonido; asegúrese que esté fijado en la escala de ponderación A y en respuesta lenta. Si usted puede fijar la gama del medidor, fijelo para acomodarlo en 40-60 dB SPL para comenzar.

Paso 3. Coloque el medidor del nivel de sonido aproximadamente a la altura de los oídos de los estudiantes sentados. Apunte el medidor hacia la posición del profesor, procurando evitar poner su cuerpo en la trayectoria de los sonidos entre el profesor y el estudiante, lo que puede

producir medidas inexactas. Debe medir en las cuatro esquinas y en el centro de la sala de clases (si desea puede medir en más puntos de la sala).

Paso 4. Con los estudiantes en silencio, mida el nivel de ruido ambiente en las localizaciones seleccionadas y regístrelo en el formulario de documentación de la sala de clases. Si el nivel de ruido fluctúa, tome tres medidas en intervalos de 1 minuto, haga un promedio de las lecturas y regístrelos en el formulario. Estas medidas proporcionarán una estimación del nivel de ruido ambiente durante un período de clases.

- Si las medidas no las puede realizar con los estudiantes en el interior de la sala de clase (cuando está desocupada), convierta los niveles de ruido de desocupado a ocupado agregando 10 dB a cada medida.

Paso 5. El profesor debe comenzar a leer la lectura estándar en un nivel de intensidad normal.

Paso 6. Repita el paso 4, ahora que el profesor está realizando la lectura estándar y registre los niveles de la intensidad vocal del profesor en el formulario. Estas medidas proporcionan una estimación del nivel de la señal durante un período de clases.

Paso 7. Reste a la intensidad vocal del profesor el nivel de ruido de fondo para determinar la Rx S/N en los diferentes puntos de medición. Por ejemplo, si en un punto la voz del profesor es de 60 dBA y el nivel del ruido de fondo es de 50 dBA, obtendrá una Rx S/N de +10 dB.

ANEXO N°3

**CARACTERÍSTICAS DE LAS SALAS DE CLASES VISITADAS PARA LA
SELECCIÓN.**

Tabla 1. Instituto Reina Holanda.

Establecimiento Educacional	Instituto Reina de Holanda (1)
Dirección	Buzo Sobenet # 4441 Santiago centro
Alumno integrado	Víctor Hugo Pérez
Edad	7 años
Prótesis auditiva	Implante coclear
Curso	1ª básico
Número de alumnos	30
Edificación	Casa utilizada como colegio, ubicada entre dos calles secundarias
Descripción de la sala	Sala pequeña, pareada. Paredes de hormigón Piso de baldosa Los bancos están ubicados en 2 filas de sillas dobles. El niño esta sentado en la primera fila, entre pared y estante.

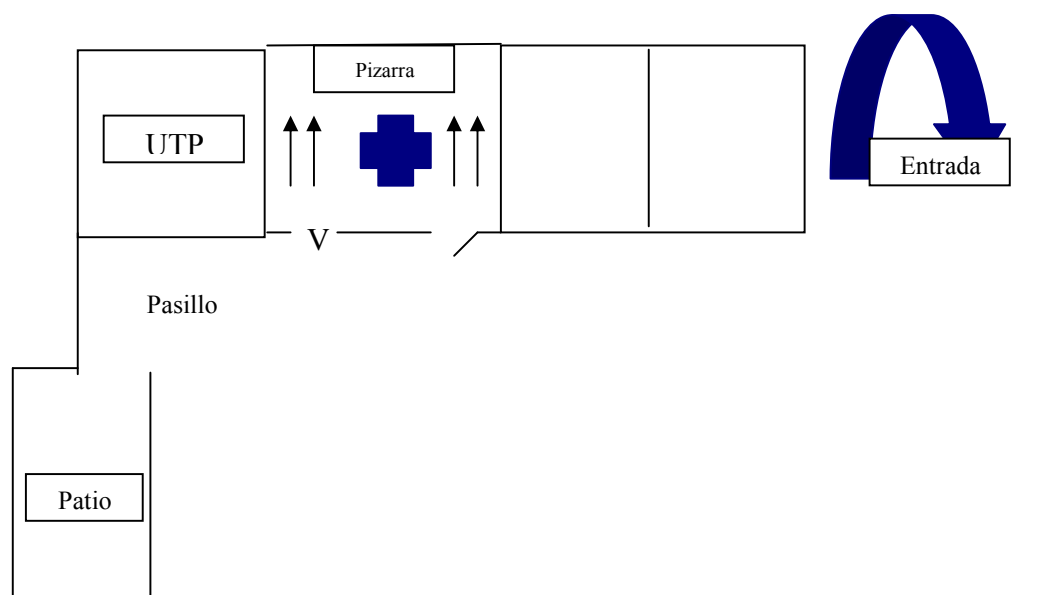


Tabla 2. Kind's School

Establecimiento Educacional	Kina`s School (2)
Dirección	Werne Von Brawn # 4100 Maipu
Alumno integrado	Catherine Matamala
Edad	6 años
Prótesis auditiva	Audífono
Curso	1° básico
Numero de alumnos	20
Edificación	Casa utilizada como colegio, ubicada a un costado de Avenida Américo Vespucio.
Descripción de la sala	Sala grande y única en primer piso. Paredes de hormigón y tabique. Piso de baldosa Los bancos están ubicados en 2 filas de sillas dobles. La niña esta sentada adelante en la primera fila al lado de la puerta.

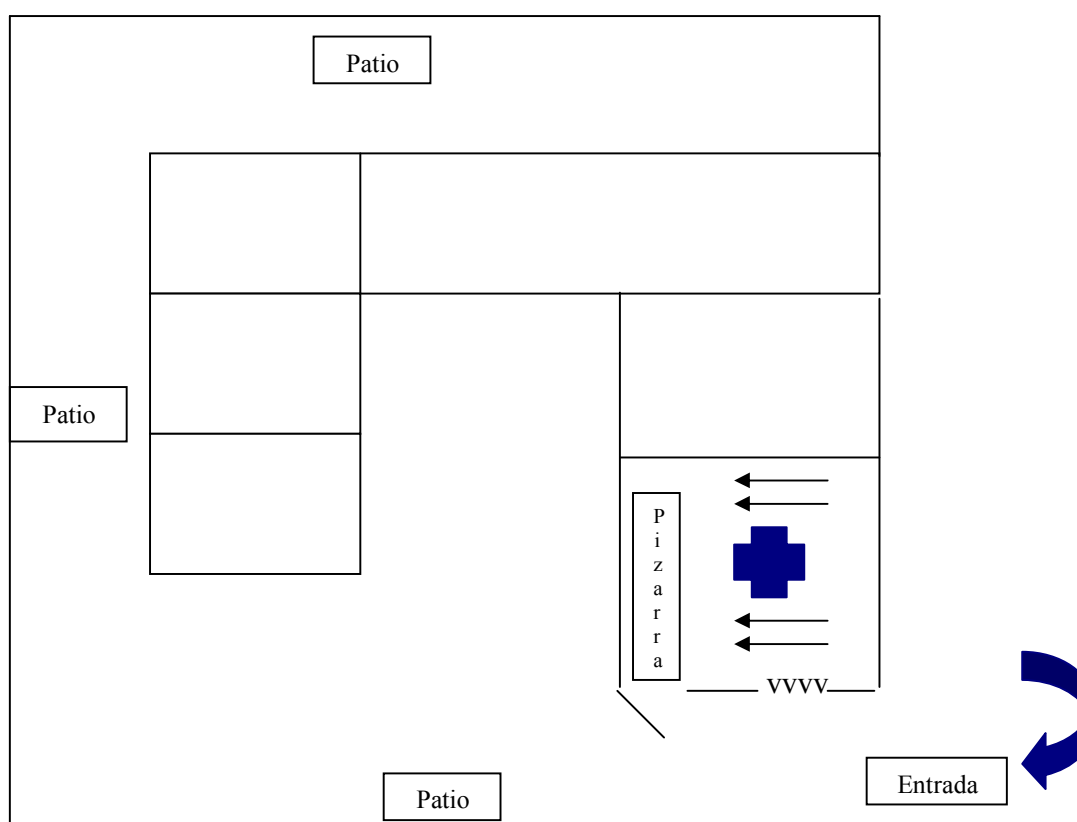


Tabla 3. Colegio Santa Teresita del Niño Jesús.

Establecimiento Educacional	Colegio Santa Teresita del Niño Jesús (3)
Dirección	General Baquedano # Santiago centro
Alumno integrado	Danae Moreno
Edad	6 años
Prótesis auditiva	Audífono
Curso	1° básico
Numero de alumnos	37
Edificación	Recinto educativo con construcción por ampliación.
Descripción de la sala	Sala pequeña y pareada. Paredes de hormigón. Piso de baldosa. Los bancos están ubicados en dos filas de sillas dobles. La niña esta sentada en cuarta fila.

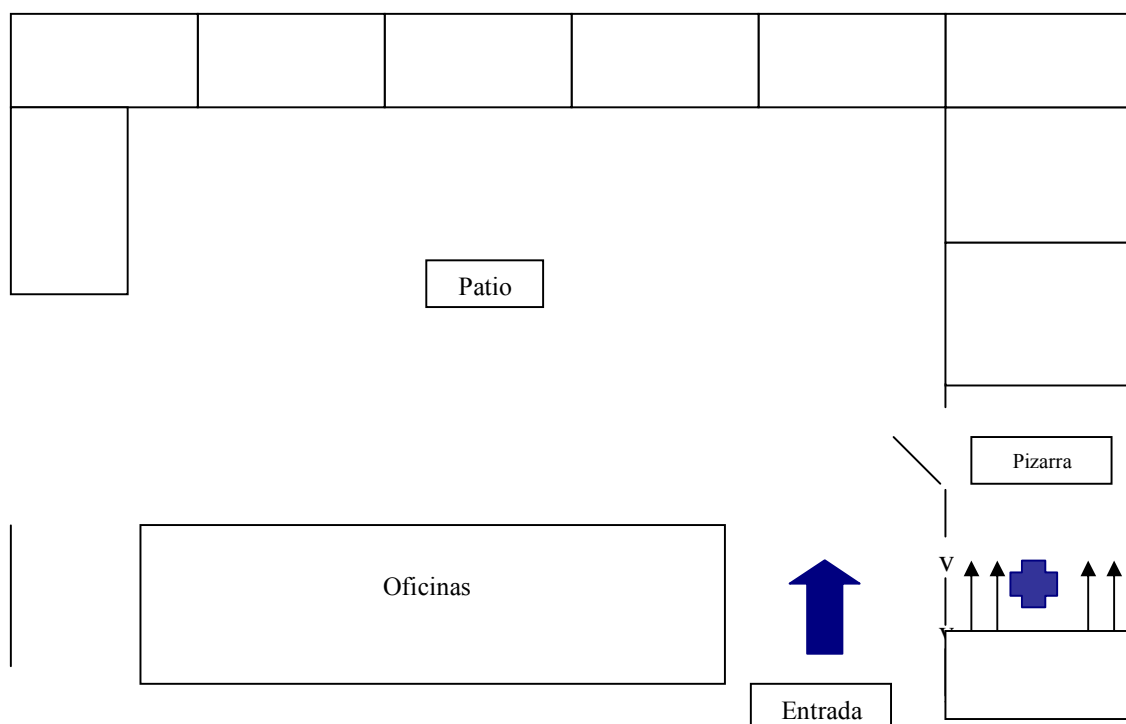


Tabla 4. Colegio Alianza Americana.

Establecimiento Educacional	Colegio Alianza Americana (4)
Dirección	Nueva Extremadura #4576 Quinta Normal
Alumno integrado	Pablo Núñez
Edad	---
Prótesis auditiva	Audífono
Curso	1° básico
Numero de alumnos	--
Edificación	--
Descripción de la sala	---
Difícil acceso	No contabilizado

Tabla 5. Comparación de los establecimientos educacionales.

Características de la muestra	1	2	3	4
a. Establecimiento educacional con integración	+	+	+	+
b. Niño con discapacidad auditiva	+	+	+	+
c. Primer Año de Educación General Básico	+	+	+	+
d. Niño con Audífono	-	+	+	+
e. Terapia especializada de estimulación auditiva	+	+	+	+
f. Establecimiento con fines educativos	-	-	+	NC
g. Ubicación : Comuna de Santiago	+	-	+	-
h. Número de alumnos	-	-	+	NC
i. Sala pareada	+	-	+	NC
j. Escaso tráfico vehicular	+	-	+	NC
TOTAL	7	5	10	5

*NC: No contabilizado por difícil acceso.

ANEXO N° 4

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL INSTRUMENTAL UTILIZADO

A) Sonómetro Rion (modelo NL-22, Tipo 2 según IEC 61672-1:2002):



Especificaciones técnicas:

- **Normas aplicables:** IEC60651: Tipo de 1979 2 IEC60804: Tipo de 2000 2 IEC/FDIS 61672-1 Clase 2.
- **Funciones de medida:** Nivel sonoro (L_p) el nivel de presión sonora continua equivalente (L_{eq}) Nivel de exposición sonora (LE) el Máximo (L_{max}) y el Mínimo (L_{min}) de presión sonora que nivela el porcentaje de nivel de presión sonora (LN) (5 ajustes seleccionables)

- **Rango de medida:** carga A: 28-138dB, carga C: 33-138dB, **Plano:** Nivel 38-138dB, **Nivel se sonido máximo:** 141dB,
- **Gama de frecuencia:** 20-8000 Hz (incluyendo micrófono)
- **Tiempo de carga:** Rápido, Lento, Impulso (el impulso es aplicable sólo para funciones auxiliares de procesamiento).
- **Micrófono:** Condensador prepolarizado de 1/2 pulgada tipo UC-52
- **Demostración:** Panel retroiluminado de LCD (128 X 64 iconos dots+121)
- **Exigencia de poder:** Cuatro IEC R6 (con baterías AA"), adaptador de corriente alterna serie NC-34 (opcional).
- **Duración de la pila (LR6):** 30 hr.
- **Dimensión y peso:** 260 (L) X 76 (W) X 33 mm (D) Aprox. 400 g (incl. pilas).

B) Software DIRAC 3.0: Creado por la empresa Brüel & Kjaer sirve para obtener medidas exactas establecidas por la norma de estandarización ISO 3382.

Este programa se utiliza para:

- Medir las propiedades acústicas dentro un recinto.
- Medir la inteligibilidad de la palabra de un sistema de sonido.
- Obtener las características acústicas de un cuarto antes y después de realizar modificaciones.
- Comparar la calidad acústica entre espacios diferentes.
- Investigar y educar sobre acústica.
- Brinda soluciones acústicas para espacios cerrados.

Características:

- Posee una entrada dual.
- Se confeccionó según las normas ISO 3382 (acústica de espacios cerrados) e IEC 6026816 (inteligibilidad de la palabra).
- Es de fácil y rápido manejo.
- Edita la respuesta de impulso.
- Se puede utilizar en diferentes tipos de fuentes y receptores.
- Filtros inversos permiten la medida exacta del tiempo de reverberación.
- Posee vistas múltiples de tiempos y/o frecuencias en la respuesta del impulso.
- Arroja la estadística (desviación estándar, máximo de minuto, etc...).
- Avala modelos de medida a escala.
- Tarjetas de sonido prueban y la validan
- La medición automática permite a una persona medir rápidamente espacios grandes.
- Exporte a ODEON permite la comparación conveniente de medida y resultados modelos.
- Múltiples grupos de medidas pueden ser mostrados en un solo gráfico o tabla.

C) Calibrador de Niveles Sonoros RION (modelo NC-73): Este instrumento posee un nivel de presión sonora de 94 dB en 1000 Hz, además cuenta con una alta exactitud y estabilidad. Es pequeño, liviano y utiliza baterías de bajo costo.



Especificaciones técnicas:

- **Frecuencia:** 1000 Hz \pm el 2 %.
- **Nivel de presión sonora:** 94 dB \pm 1.0 dB (0 dB=20 μ Pa,-10 - +50) 94 dB \pm 0.5 dB (IEC 60942 Clase 2L, +5 - +35,30-8%0RH)
- **Distorsión:** Menor al 2 %.
- **Micrófono aplicable:** 1 o ½ pulgada (usando adaptador de pulgada opcional 1/2 NC-71S02).
- **Comprobación de batería:** por LED.
- **Exigencia de poder:** Batería IEC 6F22 (9V) X 2. Duración de la pila: aprox. 100 hr.
- **Dimensión y peso:** 124 (H) X 56 mm (Día) Aprox. 240 g (incl. pilas)

D) Altavoz autoamplificado (marca JBL Modelo EON 15 G3): El EON 15 G2 es un altavoz profesional de gama completa, posee un amplificador integrado y un mezclador básico confeccionado con un paquete de programas. Este sistema es portátil, versátil e ideal para escuelas, hoteles, iglesias, etc.



Características:

- **Versatilidad.** La sección de entrada de la ERA permite entradas tanto de micrófono como de nivel de línea.
- **Funcionamiento.** El Cálculo diferencial de Neodimio exclusivo del JBL conduce transductor y proporciona un funcionamiento superior de audio reduciendo el peso.
- **Innovación.** Termostato exclusivo del JBL. La tecnología impide problemas térmicos a menudo expuestos a productos competitivos y eliminan la necesidad de uso de ventiladores externos, aún en volúmenes grandes. Aquí se presenta para trabajos de tecnología Thermomaster. Un trozo del ERA esta creado con una mezcla de aluminio y es térmicamente acoplado a otros elementos. (Rollo de voz y amplificador.) El altavoz

para sonidos graves produce el movimiento de aire, que fluye por los puertos interiores disipando el calor.

- **Más Poder.** Con el EON15 G2's de poder adicional, usted consigue un sonido más claro en cualquier volumen. La frecuencia baja varia entre 300 vatios y 100 vatios.

Historia. Hay altavoces de más de 300,000 ERA siendo éste el más usado. Es el estándar de industria.

ANEXO N° 5

BITÁCORA TESIS FONOAUDIOLÓGÍA 2006**MARZO**

Día	Actividad
Jueves 9	Reunión de grupo.
Viernes 10	Reunión con guía de tesis Nora Gardilicic donde se entrega nomina de colegios del universo.
Jueves 23	Visita a Bibliotecas de Pontificia Universidad Católica de Chile Campus Oriente.
Viernes 24	<p>Visitas a escuelas que forman parte del universo</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Colegio Santa Teresita del Niño Jesús. ➤ Colegio Alianza Americana ➤ Colegio Reina Holanda ➤ Kind`s School
Lunes 27	Entrevista en colegio Santa Teresita del Niño Jesús con la señora Leontina Vilches.
Martes 28	Búsqueda de material para marco teórico en la Biblioteca de la Pontificia Universidad Católica de Chile Campus Oriente.
Miércoles 30	Búsqueda de material para marco teórico en la Biblioteca del Hospital Barros Luco y en la Universidad de Chile Medicina norte.

ABRIL

Día	Actividad
Martes 4	Visita a Fonadis y MINEDUC
Miércoles 5	Reunión de grupo
Jueves 6	Reunión con Ingenieros en sonido
Martes 18	Reunión de grupo
Miércoles 19	Cotización de planchas de corcho y regatones
Jueves 20	Reunión de grupo
Viernes 21	Revisión de redacción de marco teórico (Valparaíso)
Miércoles 26	Reunión de grupo Reunión con SOFOFA Reunión con Universidad Vicente Pérez Rosales
Jueves 27	Reunión de grupo
	Marco teórico

MAYO

Día	Actividades
Jueves 4	Reunión de grupo
Sábado 6	Reunión con guía de tesis Nora Gardilcic
Lunes 8	Revisión de metodología (Valparaíso)
Martes 9	Reunión con Control Acústico S.A
Miércoles 10	Reunión de grupo y con guía de tesis Nora Gardilcic
Jueves 11	Reunión con guía de tesis Nora Gardilcic
Viernes 12	Corrección de redacción de marco teórico (Valparaíso)
Miércoles 17	Cotización de espumas en SONOFLEX
Viernes 19	Corrección de marco teórico (Valparaíso)
Lunes 22	Reunión en escuela con inspectora Luz Morales
Martes 23	Reunión en escuela

Miércoles 24	Informe General de la estructura de la sala (Ing. Cristian Venegas)
Viernes 26	Entrega de marco teórico a guía de tesis (AUDILEN)
Sábado 27	Reunión con guía de tesis Nora Gardilicic
Lunes 29	Búsqueda de material para metodología en biblioteca de la Facultad de Derecho de la Universidad de Chile.
	Marco teórico

JUNIO

Día	Actividades
Martes 6	Primera medición a cargo de control Acústico S.A
Miércoles 14	Compra de regatones
Miércoles 21	Instalación de regatones
Jueves 22	Instalación de regatones más limpieza
Viernes 23	Preparación de paredes (lijar)
Viernes 20	Preparación de sala para acondicionamiento.
Jueves 29	Cotización de tubos de cartón en INCOTEC
Viernes 30	Retiro de donación de INCOTEC (tubos de cartón)

JULIO

Día	Actividades
Sábado 1	Pintar sala y sellar ventanas y puertas
Martes 4	Construcción de difusores
Miércoles 5	Construcción de difusores
Jueves 6	Construcción de difusores
Lunes 10	Instalación de difusores

Martes 11	Segunda medición
Lunes 17	Reunión de grupo
Martes 18	Reunión de grupo
Martes 25	Corrección de metodología (Valparaíso)

AGOSTO

Viernes 18	Corrección de redacción (Valparaíso). Tesis completa sin anexos.
------------	--

ANEXO N° 6

FOTOGRAFÍAS DE LA EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS ACÚSTICOS,

JUNIO 2006.



Fig. 1: Frontis sala de clases del primer año de Educación General Básica. Colegio Santa Teresita del niño Jesús, Comuna de Santiago (RM), Chile.



Fig. 2 y 3: Medición del tiempo de reverberación por la empresa control acústico, Junio 2006.



Fig. 4 y 5: Sonómetro utilizado durante la evaluación en uno de los puntos de medición.



Fig. 6: Sonómetro.

FOTOGRAFÍAS DE LA REEVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS ACÚSTICOS,

JULIO 2006.



Fig. 7: Medición del ruido de fondo durante la reevaluación.



Fig. 8 y 9: Ubicación de los difusores acústicos en la sala de clases.



Fig. 10: Medición del nivel de ruido.

PROCESO DE FABRICACIÓN DE LOS DIFUSORES ACÚSTICOS.





ANEXO N° 7

PAUTA PARA MEJORAR EL AMBIENTE ACÚSTICO AL INTERIOR DEL AULA

(CAROL FLEXER Y COLS. 1997)

Hay cosas que se pueden hacer para ayudar a crear un ambiente acústico mejor para el niño con una pérdida auditiva:

- Las alfombras en el piso absorben el sonido producido por sillas, mesas, zapatos, y el caer de los lápices.
- Los protectores de corcho en los bordes del escritorio pueden reducir el ruido provocado por roce entre éstos.
- Las cortinas en las ventanas ayudan a absorber el sonido.
- Material absorbente en las paredes, por ejemplo; planchas corcho, ayudará a absorber sonidos.
- Topes de goma en los soportes de las sillas y mesas reducen el ruido.
- Es importante que la sala no contenga cosas que puedan aumentar el nivel de ruido. Por ejemplo, no sería apropiado poner al niño en una sala de clase que esté cerca del gimnasio, ya que al ruido propio del aula se sumaría el ruido proveniente del gimnasio.
- El niño debe tener un asiento que le permita tener una visión clara de la cara de la profesora.