

## **AMBIENTE ACÚSTICO EN ESTABLECIMIENTOS EDUCACIONALES Y DETECCIÓN PRECOZ DE PATOLOGÍAS AUDITIVAS EN LOS EDUCANDOS**

### **THE ACOUSTIC ENVIRONMEN IN SCHOOLS AND THE EARLY DETECTION OF PATHOLOGY IN STUDENTS**

PACS: 43.64

Seballos Sylvia <sup>1</sup>; Matamala Pedro <sup>2</sup>; Luis Martínez <sup>3</sup>

Universidad de Santiago de Chile

<sup>1</sup> Avenida Ecuador 3493, Santiago, Tel: 56 2 776 3322, Fax: 56 2 776 9596

E-Mail: [sseball1@lauca.usach.cl](mailto:sseball1@lauca.usach.cl)

Hospital Clínico Fuerza Aérea de Chile,

<sup>2</sup> Avenida Las Condes 8631, Santiago, Tel: 56 2 782 6078

Universidad de Santiago de Chile

<sup>3</sup> Alameda Bernardo O'Higgins 3363, Santiago, Tel-Fax 56-2-6819051, E-Mail:

[dgaray@lauca.usach.cl](mailto:dgaray@lauca.usach.cl)

#### **ABSTRACT**

In order to consider the prevalence of auditive pathologies among students from elementary schools of Chilean scholar group, non-parametrical tests for parallel samples were performed and evaluated through exploratory notes which were part of a screening and an acute audiometric exam carried out by a specialist.

The auditive losses obtained from exploratory notes were overestimated compared to those obtained from the acute exam. For this reason new tests were performed to verify if the auditive losses averages recorded from the exploratory notes were higher than those recorded from the acute exam carried out by the specialist to every single person under study.

The hypothesis of mid-point equality for the frequency average in the whole audible spectrum was rejected, which means that the exploratory notes was robust, because the number of wrongly classified students was very low.

The present pathologies proportion in the samples under study is given, as well as an estimated cost for the correction of this pathology.

The previous data are analyzed in the context of acoustic parameters measured in prior researches performed in-situ.

#### **RESUMEN**

Con el objeto de estimar la prevalencia de patologías auditivas entre educandos de enseñanza básica de establecimientos educacionales en una población escolar chilena, se realizaron pruebas no paramétricas para muestras pareadas, los educandos fueron evaluados a través de un protocolo exploratorio que consiste en un screening y un examen audiométrico fino hecho por un especialista. Las pérdidas auditivas obtenidas en el examen exploratorio estuvieron sobre estimadas en relación a aquellas obtenidas en el examen fino, por lo cual se realizaron dócimas para verificar si los promedios de pérdidas auditivas registrados en el examen exploratorio eran superiores a las del examen del especialista realizado a cada miembro de la muestra en estudio. Se rechazó la hipótesis de igualdad de medias para el promedio de frecuencias en todo el espectro audible, lo cual significa que el examen exploratorio es válido, ya que el número de estudiantes que quedó mal clasificado, respecto a su capacidad auditiva es muy bajo.

Se presenta la proporción de patologías en la muestra en estudio, así como también el costo aproximado de la corrección de dichas patología. Los antecedentes anteriores se analizan en el contexto de parámetros acústicos medidos en trabajos realizados in -situ con anterioridad.

## **INTRODUCCIÓN**

El análisis de los efectos en el aprendizaje debido a las deficientes condiciones acústicas que caracterizan a una gran cantidad de establecimientos educacionales, es conveniente hacerlo desde un punto de vista integral (1). En general no es habitual incluir un buen diseño acústico al inicio de un proyecto de construcción de salas de clase, gimnasios, bibliotecas, salas de reuniones y lugares de esparcimiento al interior de una escuela o universidad (3).

Las consecuencias de esta falta en la planificación implican un retardo en el aprendizaje de los escolares, problemas de emisión de voz en los profesores y problemas de lenguaje entre otros.

Si a lo anterior se agregan problemas auditivos en aquellos estudiantes que deben recibir el mensaje, el problema es complejo (2).

Al igual que el aumento en los costos al corregir la acústica de una salas de clase cuando ya ha sido construida, el costo de no corregir a temprana edad las patologías auditivas es alto, en contraposición al hecho que una detección a tiempo.

El trabajo que se presenta a continuación muestra la ventaja que tiene realizar un screening adecuado en los escolares a temprana edad, toda vez que cumpliendo con los supuestos que exigen los métodos estadísticos, se podrán realizar buenas estimaciones para la calidad auditiva de la población escolar, con un desembolso económico razonable(2,3).

Las pruebas estadísticas que se realizaron para cuantificar las estimaciones realizadas por un protocolo de screening, formaron parte del Seminario de Tesis desarrollado con el objeto de obtener el título de ingeniero estadístico, y formó parte del proyecto de Investigación "Patología auditiva y polución acústica como factor de riesgo en el proceso enseñanza – aprendizaje". financiado por la Dirección de Investigaciones Científica y Tecnológica (DICYT) de la Universidad de Santiago de Chile (7).

La información fue obtenida con datos de escolares de educación básica, los cuales fueron seleccionados de acuerdo a un protocolo, que instruye a profesores de enseñanza básica, para pesquisar a aquellos escolares que presentan alguna característica que a su juicio, pudiera traducirse en una alteración de la audición.

Los estudiantes que participaron en el estudio fueron sometidos a un examen de screening audiométrico y posteriormente un examen clínico a aquellos encontrados positivos.

La información obtenida de niños con daño auditivo, y sin daño auditivo, fue sometida a un análisis estadístico con el objeto de identificar los factores que inciden en la anomalía de la audición que sufren los escolares de la muestra.

## **METODO**

El estudio se realizó con los datos de niños pertenecientes al ciclo de enseñanza básica de 22 escuelas municipales y 26 colegios particulares subvencionados de la Región Metropolitana. La muestra elegida fue seleccionada de acuerdo a un protocolo del Programa de Salud Escolar que instruye a profesores de enseñanza básica para pesquisar a aquellos alumnos que presenten alteración en la audición.

Los profesores que aplican el protocolo fueron capacitados especialmente con métodos teórico-práctico para identificar a los niños con daño auditivo.

El Programa de Salud Escolar esta orientado especialmente a estudiantes de 1° a 4° año básico y los casos evidentes de alumnos de 5° a 8° año, con deficiencia en su capacidad auditiva.

El tamaño de muestra fue de 649 escolares. A estos alumnos, se les realizó una audiometría de tonos puros (screening) para las frecuencias de 250 a 8000 Hertz en el año 2000.

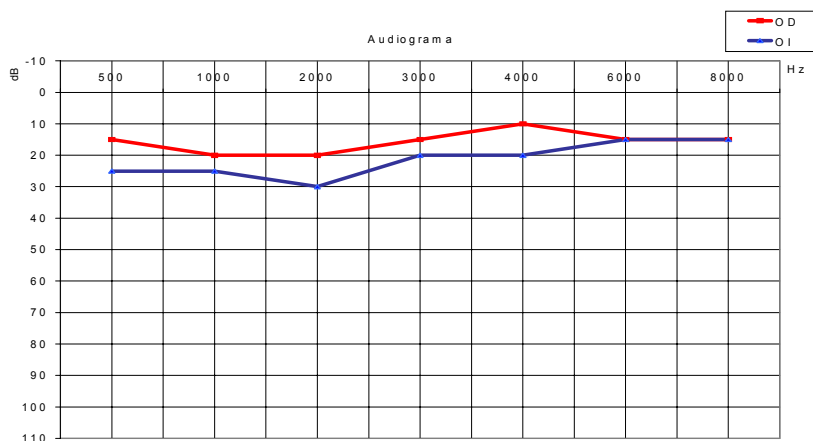


Figura 1.- Audiograma (6)

Para efectos del estudio, las frecuencias en ambos oídos se agruparon como se indica a continuación:

P512 : pérdida auditiva promedio de frecuencias área de la palabra (500, 1000 y 2000 Hz)

P34 : pérdida auditiva promedio de frecuencias moderadas (3000-4000 Hz)

P68 : pérdida auditiva promedio de frecuencias altas (6000-8000 Hz)

La base de datos construida contiene la siguiente información:

- Identificación del alumno: nombre, sexo, edad, curso, establecimiento.
- Fecha en al cual se aplicó el examen
- Audiometría vía aérea
- Diagnóstico: Normal, Prioridad 1, Prioridad 2, Prioridad 3.

La frecuencia de 250 Hz, no se considerara relevante en el área de la comunicación.

Se adoptó el siguiente criterio para evaluar la calidad auditiva de los educandos:

Normal : Niño sin pérdida auditiva o audición normal

Prioridad 1 : Escolar con pérdida auditiva mayor a 25 dB, caídas en frecuencias mayores a 2000 Hz, pérdidas auditivas de curvas ascendentes

Prioridad 2 : Caídas adicionales en frecuencias mayores a 4000 dB.

Prioridad 3 : Escolares derivados al especialista por patologías otorrinolaringológicas en general.

Como una segunda etapa a aquellos escolares que presentaron alteraciones, se les derivó al especialista otorrinolaringólogo el cual les aplicó un examen clínico.

La información extraída del examen clínico, realizado por el especialista otorrinolaringólogo, corresponde a la siguiente:

- Identificación del alumno: nombre, sexo, edad, curso, establecimiento.
- Fecha en al cual se aplicó el examen
- Audiometría vía aérea.
- Test de discriminación de la palabra
- Impedanciometría,

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Las variables con las cuales se construirán los modelos usados en este trabajo son:

variables respuesta  $Y_i=0$ , escolar clasificado como normal

$Y_i=1$ , escolar con pérdida auditiva (Prioridad 1, Prioridad 2 o Prioridad 3)

Variables explicativas

Sexo : Femenino, Masculino

Edad : comprende desde los 6 a 15 años

Curso : Desde 1° a 8° año

P512D : pérdida promedio de frecuencias área de la palabra, oído derecho.

- P34D : pérdida promedio de frecuencias moderadas, oído derecho.
- P68D : pérdida promedio de frecuencias altas, oído derecho.
- P512I : pérdida promedio de frecuencias área de la palabra, oído izquierdo
- P34I : pérdida promedio de frecuencias moderadas, oído izquierdo.
- P68I : pérdida promedio de frecuencias altas, oído izquierdo

- Se usaron criterios de estadística descriptiva para conocer las distribuciones de escolares con daño auditivo, de acuerdo a ciertas características propias como: nivel educacional, edad y sexo.(4,5)
- Se realizaron pruebas no paramétricas para determinar la existencia diferencias significativas entre los promedios auditivos obtenidos por la audiometría vía aérea realizada en el screening y aquella realizada por los especialistas en el examen clínico (4,5).

## RESULTADOS

El 32,67% de los niños de la muestra del Screening estaría en riesgo de padecer alguna patología auditiva, y por lo tanto es derivado al médico especialista.

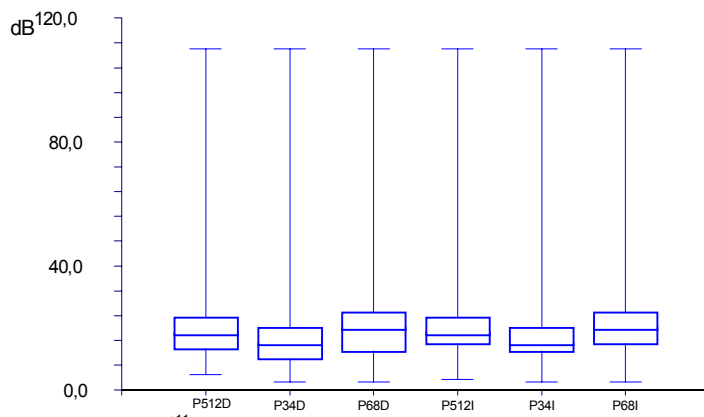


Gráfico 1.-Pérdidas auditivas en las distintas frecuencias audibles, para los 649 escolares.

La pérdida promedio registrada en las frecuencias del área de la palabra (500, 1000, 2000 Hz) oídos derecho e izquierdo en dB, se clasificó como:

- Normal (N) :  $0 < P512 \leq 25$
- Leve (L) :  $25 < P512 \leq 30$
- Moderada (M):  $30 < P512 \leq 40$
- Severa (S) :  $40 < P512 < 110$
- Total (Anacusia) (T) : 110 o más

Según esto se registra lo siguiente:

Tabla 1 . Pérdida bilateral La tabla muestra 17,26% de niños con pérdida auditiva para el oído derecho, un 16,49% para el oído izquierdo y el 8,93% con pérdida bilateral.

OD OI	N	L	M	S	T	Total
N	488	15	16	16	2	537
L	22	6	8	1	0	37
M	20	3	14	6	0	43
S	11	1	3	16	0	31
T	1	0	0	0	0	1
Total	542	25	41	39	2	649

Con el objeto de clasificar a los alumnos que se debía derivar al especialista, se realizó la siguiente clasificación.

N\*= pérdida promedio bilateral menor a 25 dB

L\*= pérdida promedio en uno de los oídos entre 25 y 30 dB

M\*= pérdida promedio entre 30 y 40 dB, en uno de los oídos.

S\*= pérdida promedio mayor a 40 dB, en uno de los oídos.

T\*= pérdida promedio de 110 dB, en uno de los oídos, a lo menos .

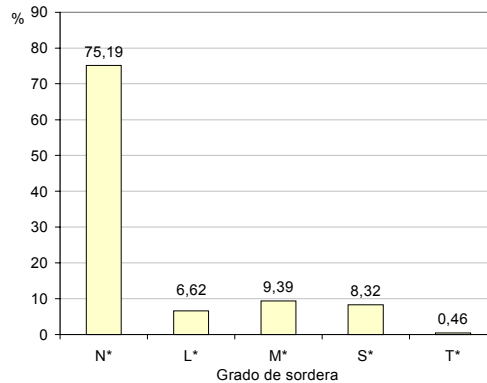


Gráfico2.- El 75,19% de los niños examinados tienen audición normal.

Tabla 2.- Niños enviados al especialista.  
Pérdida bilateral

OD OI	N	L	M	S	T	Total
N	57	13	16	16	2	104
L	19	5	8	1	0	33
M	20	3	14	6	0	43
S	11	1	3	16	0	31
T	1	0	0	0	0	1
Total	108	22	41	39	2	212

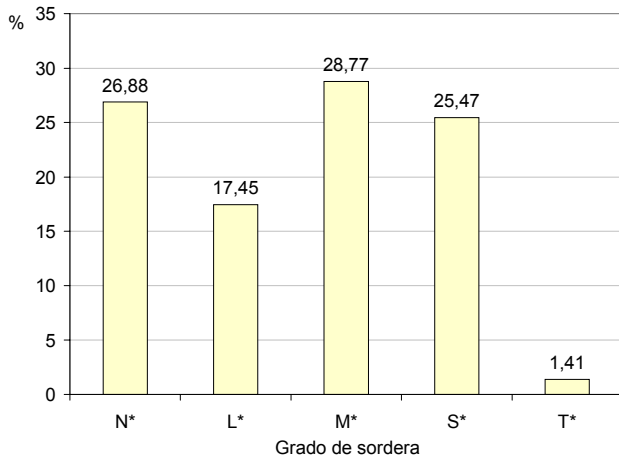


Gráfico 2.- De los niños enviados al especialista; el 26,8% de los niños poseen audición normal, mientras que el 28,77% y 25,47% de los niños respectivamente tienen grados de sordera moderada y severa.

#### Prueba No-Paramétrica para muestras pareadas. Screening

- Estadísticamente, no existe diferencia significativa entre los pares de variables del oído derecho e izquierdo para las distintas frecuencias, de los 437 niños con audición normal.
- Estadísticamente no hay diferencias significativas., al comparar las frecuencias del área de la palabra y las frecuencias moderadas, al total de la muestra para ambos oídos.
- No existe diferencia estadísticamente significativa, entre la pérdida auditiva registrada en el oído derecho e izquierdo, para el grupo de niños derivados al especialista.
- De los 166 niños que asistieron al especialista, el 58,47% corresponde a escolares del sexo femenino y el 41,53% a escolares del sexo masculino.
- El promedio de edad es de 8 años.
- El 74,27% corresponden a escolares del primer ciclo de enseñanza básica.

Se analizaron los grados de pérdida auditiva de los niños que concurrieron al examen clínico. El tamaño de muestra N = 166 escolares, ya que algunos no continuaron en el estudio.

Tabla 3.- Umbrales auditivos para 166 de acuerdo al examen clínico

OD OI	N	L	M	S	T	Total
N	98	6	9	5	2	120
L	5	3	4	4	0	16
M	7	2	4	3	0	16
S	7	1	4	1	0	13
T	1	0	0	0	0	1
Total	118	12	21	13	2	166

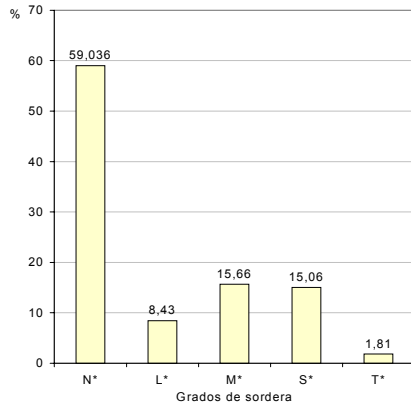


Gráfico 3.- El 59% de los niños no registra daño auditivo.

#### Prueba No Paramétrica para muestras pareadas

Como las medias de las pérdidas auditivas para las distintas frecuencias registradas en el grupo de escolares con posible patología auditiva, es superior en el screening, se realizaron tóxicas para verificar si realmente los valores de las pérdidas auditivas promedio registradas en el examen exploratorio son superiores a las del examen clínico. Los pares de variables que se docimaron, por ejemplo, son: pérdida auditiva promedio frecuencia área de la palabra, oído derecho, examen exploratorio (P512D) con pérdida auditiva promedio frecuencia área de la palabra, oído derecho, examen clínico (P512D2).

Del análisis de la información extraída sobre los 166 escolares que registraron datos completos en el examen con el especialista, se concluyó que existe evidencia suficiente para rechazar la hipótesis de igualdad de medias en aquellos casos donde las pérdidas auditivas promedio para todas las frecuencias audibles en el examen exploratorio son superiores a las del examen clínico. Esto indicaría una sobreestimación del grado de pérdida auditiva de los niños en el screening.

El programa de detección precoz utiliza el screening como un identificador presuntivo de los niños afectados por una anomalía auditiva, que hasta entonces pasaba desapercibida. Este examen precoz permite realizar una clasificación entre la población *posiblemente afectada* por una enfermedad auditiva, y la población *posiblemente sana*.

Los resultados del screening efectuados con 649 niños, fueron los siguientes:

Tabla 4.- Clasificación de la muestra total en el Screenig

<u>Screening</u>	
437 casos	Audición Normal
212 casos	Posible patología Auditiva

De los niños del segundo grupo, solo 171 asisten a la cita con el médico. Los diagnósticos de los niños controlados son los siguientes:

Tabla 5.- Tipo de patología de acuerdo al examen clínico

# niños	Condición
14	Sanos
96	Mucositis
8	Otitis media crónica
2	cirugía
51	Exámenes en estudio

Uno de los objetivos de este trabajo es cuantificar el costo aproximado que tendría el tratamiento médico que podría solucionar la patología existente.

Tablq 6 .- Valores aproximados del costo de corrección de la patología.

Valor por estudiante	Condición
-----	Sanos
US\$ 500	Mucositis
US \$ 700	Otitis media crónica
depende de la patología	cirugía
US \$ 150	Exámenes en estudio

## CONCLUSIONES

1. Debido a que los escolares seleccionados en el estudio son los que presentan ciertos 'indicios' de daño auditivo, de acuerdo a lo indicado en el protocolo, la muestra no es probabilística, ya que no todos los escolares tienen la misma probabilidad de ser escogidos. Luego los resultados obtenidos en el estudio sólo tienen validez para los escolares seleccionados.
2. La proporción de escolares con patologías auditivas, seleccionados de acuerdo al protocolo, es del 24,2%. Los resultados del análisis demuestran que no existen diferencias significativas entre las proporciones de niños y niñas con daño auditivo. A la vez, los resultados demuestran que tampoco se detectan diferencias entre las proporciones de escolares con daño auditivo entre los dos ciclos de enseñanza básica (7).
3. Al clasificar el daño auditivo en los escolares del total de la muestra. se observa que en el examen exploratorio:
  - 17,26% presenta posible pérdida auditiva para el oído derecho
  - 16,49% observa posible pérdida auditiva para el oído izquierdo
  - 8,93% presenta pérdida bilateral.
  - 75,19% de los niños no presenta indicios de daño auditivo.
4. De acuerdo al análisis correspondiente para establecer si existen diferencias en las mediciones del examen exploratorio y el realizado posteriormente por el especialista, para un mismo escolar, se puede observar que existe una sobreestimación de la pérdida auditiva de los niños en la audiometría realizada a través del examen exploratorio con respecto al examen audiométrico realizado por el otorrinolaringólogo (7).

En síntesis, de los resultados aquí expuestos, se observa que las variables que explican la proporción de niños con posible patología auditiva son principalmente las que miden la



pérdida auditiva promedio en las frecuencias del área de la palabra y en las frecuencias altas. Esto resulta lógico al recordar que los niños son derivados al especialista si registran pérdidas auditivas superiores a 25 dB en las frecuencias del área de la palabra.

Las características de los escolares como sexo, edad y curso no son factores para explicar si el estudiante presenta síntomas de daño auditivo.

Los análisis efectuados en esta tesis se deben considerar como exploratorios y preliminares para otro estudio de mayor cobertura.

Se sugiere efectuar un estudio mayor, para validar los resultados de la efectividad del protocolo establecido por el Programa de Salud Escolar.

## REFERENCIAS

1. Sylvia Seballos et all. "Polución acústica en salas de clase y patologías auditivas. Evaluación como factor de riesgo en educación y aprendizaje" Acústica 2000 Madrid España
2. Seballos Sylvia, Matamala Pedro, Martinez Luis ."*Risk factor for learning process*"17 th International Congress on Acoustics. Rome September 2001
3. *Sylvia Seballos Palma* "Las buenas condiciones acusticas en una sala de clase constituyen una excelente inversión"*XI Encuentro de Física Regional- Norte y VII Reunión Internacional Andina de Física. Antofagasta, 2001.*
4. *Everitt Brien* "*Applied Multivariate Data Análisis*" 2001, Arnolds.
5. *John Dallas* " *Métodos multivariantes aplicados al análisis de datos*", 2000, Thomson.
6. *H.G. Boenninghaus* "*Otorrinolaringología*" Springer-Verlag Ibérica, 9º edición alemana
7. *Pamela Zamora* " *Modelamiento de la proporción de Escolares con Patología Auditiva*" Trabajo de Titulación presentado a la Facultad de Ciencia. Universidad de Santiago de Chile 2002.