



**UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE MEDICINA  
ESCUELA DE FONOAUDIOLÓGÍA**

## **ESTUDIO DE LAS OTOEMISIONES ACÚSTICAS CON EFECTO DE SUPRESIÓN EN NIÑOS CON Y SIN TRASTORNO DE LENGUAJE**

### **INTEGRANTES:**

Catalina Díaz Pino  
Nicole Grasset González  
Natalia Magnere Hidalgo  
Constanza Navarrete Molina  
Pamela Vidal Mendoza

### **TUTOR PRINCIPAL:**

Prof. Flga. Ximena Hormazábal Reed

### **TUTORES ASOCIADOS:**

Prof. Flga. Alison López Miranda  
Prof. Flgo. DR. Adrián Fuentes Contreras

### **ASESOR METODOLOGICO:**

Metodóloga Ilse López Bravo

Santiago – Chile

2012



## DEDICATORIA

*"El futuro tiene muchos nombres. Para los débiles es lo inalcanzable. Para los temerosos, lo desconocido. Para los valientes es la oportunidad."*

Víctor Hugo

*"Dormí y soñé que la vida era alegría; desperté y vi que la vida era servicio.*

*Serví y descubrí que en el servicio se encuentra la alegría."*

Rabindranath Tagore

***... A nuestras familias quienes no sólo nos apoyaron  
de forma incondicional durante este largo pero hermoso proceso, sino  
que también creyeron en nuestras capacidades, a veces más que nosotras mismas...***

## AGRADECIMIENTOS

El presente seminario de investigación no habría sido posible sin la ayuda de un enorme grupo de personas, a quienes les brindamos desde ya nuestros más profundos agradecimientos.

En primer lugar queremos agradecer a nuestras familias, parejas, amigos e hija, por su constante apoyo en este largo proceso de vida universitaria, soportando días de estrés y cansancio, siempre a nuestro lado levantándonos cada vez que fue necesario, darnos aliento para seguir adelante.

También queremos agradecer a nuestra tutora la Fonoaudióloga, docente y directora de la Escuela de Fonoaudiología de la Universidad de Chile, Ximena Hormazábal Reed, por su constante colaboración y apoyo durante el desarrollo de la presente investigación. Por entregarnos sus conocimientos en la disciplina y su propia experiencia con el quehacer fonoaudiológico ¡Muchas gracias Profe Xime!

A Macarena Bowen, docente del área de audiolgía de la Escuela de Fonoaudiología de la Universidad de Chile, por su inmensa colaboración y disposición en el desarrollo de este seminario, ayudándonos en todo lo que necesitamos mostrándose siempre dispuesta a cooperar con nosotras. Quisiéramos expresarle nuestra más profunda gratificación y cariño por su gran labor en este proceso, siendo parte de nuestro equipo en todo momento.

Por su orientación, consejo y ayuda desde la distancia, agradecemos a nuestro tutor asociado el Profesor Fonoaudiólogo Doctor Adrián Fuentes y a nuestra asesora metodológica Sra. Ilse López.

Agradecemos a nuestra Escuela de Fonoaudiología por su respaldo y por contribuir con los materiales necesarios para el óptimo registro de cada uno de nuestros pequeños pacientes. Gracias infinitas al “Tío Juanito” por brindarnos toda la ayuda requerida y recibirnos cada día con una sonrisa en nuestra escuela haciendo de ella un lugar mucho más grato y acogedor.

Queremos dedicar nuestros más sinceros agradecimientos a quienes finalmente son los protagonistas de este proyecto, los niños, quienes colaboraron con una excelente disposición, brindándonos sonrisas y paciencia. También agradecemos a los padres y profesores quienes confiaron en nosotras y en nuestro proyecto, dándonos el espacio y tiempo para desarrollarlo.

Además queremos agradecer a los docentes que conforman el área de voz de nuestra escuela, los profesores Luis Romero, Rodrigo Pérez y María Josefina Azocar, por poner a nuestra disposición sus espacios durante el proceso de evaluación de los menores.

Finalmente queremos agradecer de forma especial a quienes compartieron día a día la realización de nuestro seminario de investigación, formando parte de este proceso y contribuyendo de forma importante en él. Y como ustedes ya lo dijeron, hoy cuando ya ha finalizado este duro pero hermoso proceso, somos muchísimo más que compañeras. ¡Muchas, pero muchas gracias Beatriz Correa, Macarena Pérez y Jennipher Soto!

Nuevamente...

...¡Infinitas gracias a todos y cada uno de ustedes!

<b>Índice</b>	<b>Págs.</b>
I. Introducción.....	1
II. Problema.....	3
III. Hipótesis.....	4
IV. Planteamiento del Objetivo.....	5
V. Marco Teórico.....	6
5.1 Sistema Auditivo Eferente.....	6
5.1.1 Vía Auditiva Eferente	
5.1.2 Evidencia Experimental de la Vía Auditiva Eferente	
5.1.2.1 Haz Olivo Coclear Medial	
5.1.2.2 Haz Olivo Coclear Lateral	
5.1.3 Funciones de la Vía Auditiva Eferente	
5.2 Emisiones Otoacústicas (OAEs).....	13
5.2.1 OAEs Espontáneas	
5.2.2 OAEs Provocadas	
5.2.2.1 OAEs Producto de Distorsión	
5.2.2.2 OAEs Transientes	
5.3 Efecto de Supresión.....	16
5.4 Procesamiento Auditivo Central (PAC) y Desorden del Procesamiento Auditivo Central (DPAC).....	18
5.5 Trastornos del Lenguaje.....	22
5.6 Relación entre Trastornos del Lenguaje, Procesamiento Auditivo Central y Efecto de Supresión.....	29
VI. Metodología.....	32
6.1 Tipo de Diseño.....	32
6.2 Variables.....	32

6.3	Descripción operacional de las variables.....	33
6.4	Población y grupo de estudio.....	34
6.5	Criterios de selección de la muestra.....	35
6.6	Procedimientos para la obtención de datos .....	37
6.7	Instrumento de recolección de datos.....	38
6.8	Materiales.....	40
6.9	Plan de tabulación.....	43
VII	Análisis de datos.....	44
VIII	Discusión.....	48
IX	Conclusiones.....	52
X	Bibliografía.....	53
XI	Anexos.....	59



## RESUMEN

Múltiples estudios han planteado una asociación entre los déficits lingüísticos y las alteraciones específicas en el Procesamiento Auditivo Central (PAC). En el ámbito funcional, el PAC se relaciona íntimamente con la función de la Vía Eferente Auditiva.

Existe evidencia de que la prueba audiológica Emisiones Otoacústicas (OAEs) con Efecto de Supresión (ES) da cuenta del funcionamiento de este sistema.

El objetivo del presente estudio es determinar y comparar el rendimiento de las Emisiones Otoacústicas Transientes (TEOAEs) con y sin ruido contralateral en niños de 4.0 a 6.6 años con y sin Trastornos de Lenguaje.

La muestra fue constituida por 7 niños con Trastornos de Lenguaje y 7 niños control, los cuales fueron sometidos a pruebas audiológicas de rigor y al examen de TEOAEs con y sin un ruido blanco contralateral, presentado a 60 dB. Finalmente se determinó la diferencia de amplitud de ambas TEOAEs y se realizó la comparación entre ambos grupos. El análisis estadístico de los resultados encontrados fue realizado a través de pruebas no paramétricas.

Los resultados arrojados sugieren que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los valores de ES entre ambos grupos de estudio, con y sin Trastorno de Lenguaje.

## ABSTRACT

Multiple studies have suggested an association between language deficits and specific alterations in Central Auditory Processing (CAP). At the functional level, the CAP is closely related to the function of the Auditory efferent pathway.

There is evidence that the hearing test Otoacoustic Emissions (OAEs) with suppression effect (ES) accounts for the operation of this system.

The aim of this study was to determine and compare the performance of Transient otoacoustic emissions (TEOAEs) with and without contralateral noise in children 4.0 to 6.6 years with and without language impairment.

The sample consisted of 7 children and 7 children with Language Impairment control, which were submitted to rigorous audiological tests and examination of TEOAEs with and without contralateral white noise presented at 60 dB. Finally we determined the difference in amplitude of both TEOAEs and comparison was made between the two groups. Statistical analysis of the results was performed by nonparametric tests.

The results suggest that there thrown statistically significant difference between the values is between both study groups, with and without Language Impairment.

## I. INTRODUCCIÓN

Se conocen ampliamente las características principales y más evidentes que padecen los niños que poseen alteraciones de lenguaje en cualquiera de sus manifestaciones, sin embargo, es un gran desafío aún para los especialistas del lenguaje definir las alteraciones específicas y de base de cada una de ellas, con el fin de orientar de manera más efectiva los test diagnósticos y las terapias de lenguaje.

Una de las teorías que se presentan en la literatura científica contemporánea plantea la premisa que los déficit lingüísticos podrían relacionarse con alteraciones específicas en el Procesamiento Auditivo Central (PAC), es por ello que creemos necesario ahondar en esta hipótesis para contribuir al conocimiento actual, el cual demanda la comprobación de nuevas teorías en favor de generar herramientas innovadoras de evaluación y terapia en beneficio de los usuarios.

En el ámbito funcional, el PAC se ha relacionado íntimamente con la función de la vía eferente auditiva, por lo que una prueba audiológica que permita dar cuenta de este sistema y su funcionamiento, será de utilidad para estimar el funcionamiento del PAC. En la literatura actual existe evidencia que permite asociar los resultados de la prueba audiológica, llamada Emisiones Otoacústicas (OAEs) con Efecto de Supresión (ES), con la indemnidad o falla de la vía auditiva eferente (Sininger & Cone-Wesson, 2004).

Dados estos antecedentes el presente estudio busca comprobar si existen diferencias en el resultado de las OAEs con y sin ruido contralateral entre dos grupos de niños, con y sin Trastorno de Lenguaje.

Uno de los motivos por el cual se propone este tipo de medición se sustenta en la base de que las OAEs son altamente sensibles a los cambios en la audición, observándose normales en oídos completamente indemnes, tanto en sus porciones interna, media y externa, y alteradas ante la presencia de cualquier factor que afecte el desempeño auditivo sobre 30 dB, se encuentran generalmente alteradas (Vink, Van Cauwenberge, Corthals, De Vel, 1998). Por este motivo representan un método diagnóstico muy utilizado en los últimos años, que además destaca por ser objetivo y no invasivo (Balatsouras, Kaberos, Kloutsos, Economou, Sakellariadis, Fassolis, Korres, 2006). Además, a través de las OAEs en presencia de sonido contralateral, es posible evaluar la activación del Haz Olivo-Coclear Medial, lo que se conoce con el nombre de ES. Este último se ha convertido en un método no invasivo de estudio del Sistema Eferente Auditivo (Van Zyl, Swanepoel, Hall III, 2009), el cual afecta el PAC de los estímulos lingüísticos.

## II. PROBLEMA

Se sabe que las OAEs son un método objetivo, simple e inocuo de evaluar el Sistema Auditivo, especialmente el funcionamiento de las Células Ciliadas Externas (CCE). Al utilizar las OAEs con ES de ruido contralateral como modalidad de estudio se obtiene información del funcionamiento de la vía auditiva eferente, el cual tiene directa relación con el PAC de la información acústica. Se cree que este último presenta un vínculo con la adquisición de algunas habilidades cognitivas, tales como el lenguaje.

Se plantea que en los menores con Trastorno de Lenguaje puede existir una alteración de base en el procesamiento de la información auditiva (Desorden del Procesamiento Auditivo Central: DPAC), como por ejemplo déficit en el procesamiento temporal, en el reconocimiento de habla en ruido, en el reconocimiento de señales degradadas, entre otros. Si los elementos de la Vía Auditiva propiamente tal o bien los elementos que la modulan no se encuentran funcionando de manera adecuada, podrían generarse dificultades en el lenguaje, ya que la principal vía de ingreso de información lingüística es la audición.

En el presente estudio se busca determinar objetivamente la correlación entre el valor de las OAEs con ES y la presencia de Trastorno del Lenguaje, como evidencia de una alteración en el procesamiento de la vía auditiva eferente.

### III. HIPÓTESIS

Los menores de 4.0 años a 6.6 años que padecen Trastorno del Lenguaje presentan diferencias significativas en la prueba de OAEs de tipo Transientes (TEOAEs) con ruido contralateral, comparado con aquellos niños entre 4.0 años a 6.6 años que no poseen Trastorno del Lenguaje.

#### IV. PLANTEAMIENTO DE OBJETIVOS

##### 4.1. OBJETIVOS GENERALES

1. Comparar el rendimiento de las TEOAEs con y sin ruido contralateral en niños de 4.0 años a 6.6 años, con y sin Trastorno del Lenguaje.

##### 4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1.1. Determinar el rendimiento de las TEOAEs con y sin ruido contralateral en menores sin Trastorno del Lenguaje.

1.2. Determinar el rendimiento de las TEOAEs con y sin ruido contralateral en menores con Trastorno del Lenguaje.

1.3. Comparar el desempeño de las TEOAEs con y sin ruido contralateral en ambos grupos de estudio.

## V. MARCO TEÓRICO

### 5.1. Sistema Auditivo Eferente

Los sistemas sensoriales en general nos permiten la conexión con el mundo exterior, recibir y procesar estímulos para lograr responder a ellos de la forma más adecuada y de esta manera establecer comunicación con otros seres vivos. La audición es uno de los enlaces más importantes en la cadena del habla humana, haciendo posible desarrollar una comunicación adecuada. Toda la información auditiva que llega desde la periferia hacia el órgano receptor, la cóclea, se dirige al órgano central, el cerebro, para el análisis por medio de la vía aferente auditiva (Ajith & Vanaja, 2004). Los órganos superiores tienen control sobre el receptor periférico, la cóclea, por medio de la vía eferente auditiva, que es una vía de retroalimentación (Huffman & Henson, 1990 citado en Ajith & Vanaja, 2004).

Estos sistemas se han estudiado, en gran medida, guiados por la descripción estructural y funcional de sus respectivas vías, tanto si la información se transmite en dirección aferente como eferente (Délano, Robles & Robles, 2005).

En el presente trabajo se hará una revisión de la vía auditiva eferente del Sistema Auditivo, detallándose su amplia y compleja estructura, sus principales vías, su secuencia anatómica y las principales funciones que se le atribuyen hoy en día.

#### 5.1.1. Vía Auditiva Eferente

La Vía Auditiva no solo transmite información unidireccional desde la periferia hacia la corteza cerebral, es decir información aferente, sino que existe además una vía auditiva eferente, que envía información en la dirección opuesta, es decir desde zonas más centrales hacia la periferia. Esta vía posee fibras que se proyectan desde estructuras corticales hacia la periferia, en circuitos que comienzan y se retroalimentan en distintos niveles, desembocando esta información finalmente en las CCE, las cuales se disponen en tres hileras de células en posición más lateral respecto de la única hilera de Células Ciliadas Internas (CCI). Estos dos grupos de células forman parte del Órgano de Corti, situado dentro del conducto coclear sobre la membrana basal en la cóclea (John & Guinan, 2006, De Sebastián, 1999).

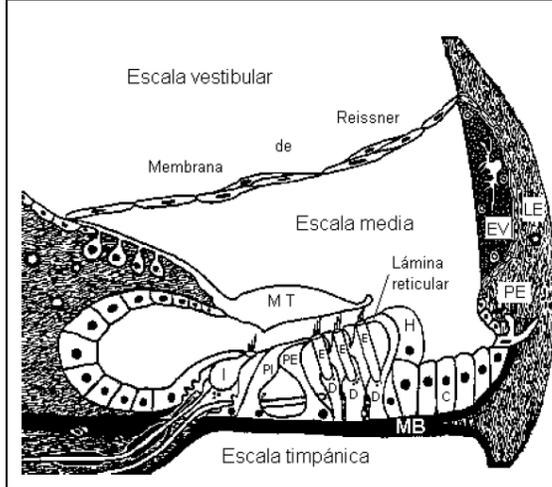


Figura 1 Órgano de Corti: Células ciliadas internas (I), ciliadas externas (E), pilares interno y externo (PI, PE), células de Deiters (D), Hensen (H) y Claudius (C). Membrana Tectoria (MT), estria vascular (EV), ligamento espiral (LE), prominencia espiral (PE) (Pendemonte & Narins, 1999).

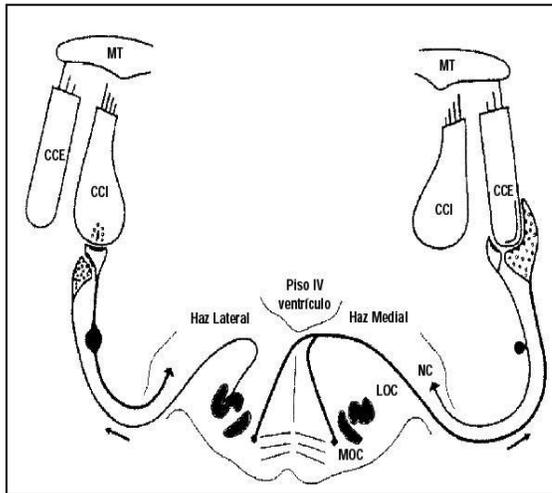


Figura 2. Sistema Olivococlear: El haz olivococlear medial (MOCS) cruza a la cóclea contralateral innervando a las células ciliadas externas (CCE). El haz olivococlear lateral (LOCS) llega a la cóclea ipsilateral innervando fibras del nervio auditivo cerca de su sinapsis con las células ciliadas internas (CCI). MT: membrana tectoria. NC: Núcleo coclear (Délano & Robles, 2005).

Respecto al nivel celular de la Vía Auditiva, estudios de Engström sobre las terminaciones nerviosas de la cóclea revelan la existencia de dos tipos de terminaciones, unas pequeñas con pocas granulaciones y otras más grandes con muchas granulaciones, de fibras delgadas y poco mielinizadas. Este autor demostró que las terminaciones poco granuladas pertenecían a la vía auditiva aferente, mientras que aquellas muy granuladas formaban parte de la vía auditiva eferente (De Sebastián, 1999), lo que confirma también los distintos tipos de actividad neuronal que poseen cada una de ellas.

Por otra parte, estudios histoquímicos han encontrado diferencias entre la vía auditiva eferente y la vía auditiva aferente, lo que aumenta el estado de individualidad que posee cada una respecto a su funcionalidad dentro del Sistema Auditivo. Se demostró la existencia de acetilcolina como mediador químico del impulso nervioso en las terminaciones nerviosas de la Vía Auditiva Aferente, en cambio, se halló acetilcolinesterasa, un inhibidor de la transmisión del impulso nervioso, en las terminaciones de la vía auditiva eferente, lo que deja de manifiesto que esta última vía está comandada por las conexiones eferentes de las vías centrales (De Sebastián, 1999). Diferiendo de la anterior investigación, otros estudios han llegado a la conclusión que el neurotransmisor encargado de generar la sinapsis eferente en las CCE es principalmente la acetilcolina, la cual actúa sobre receptores nicotínicos, aunque se ha descrito también la participación del neurotransmisor GABA, dopamina, encefalinas y el péptido relacionado al gen de calcitonina (Délano, Robles & Robles, 2005).

La vía auditiva eferente fue descrita por primera vez por Rasmussen, en su publicación de 1946 "*El pedúnculo olivar y otras fibras de proyección del complejo olivar superior*" (Gkoritsa, Korres, Segas, Xenelis, Apostolopoulos & Ferekidis, 2007), donde logró identificar el Haz Olivo-Coclear Cruzado, fibras que inician en la zona medial del complejo olivar superior y que cruzan a nivel del piso del IV ventrículo, hacia la cóclea contralateral. Luego Rasmussen describió el Haz Olivo-Coclear no Cruzado, como un grupo de fibras amielínicas de pequeño diámetro, que no cruzan la línea media e inervan la cóclea ipsilateral (Délano, Robles & Robles, 2005).

Posteriormente, Warr ahondó en el origen y la distribución de los haces Olivo-Cocleares Cruzados y no Cruzados, anteriormente descritos por Rasmussen. Como resultado de éstos y posteriores estudios surgió una nueva clasificación, por ello actualmente la vía auditiva eferente se divide en dos manojos de fibras: la rama lateral y la rama medial. La rama lateral, o Haz Olivo-Coclear Lateral, se compone de fibras amielinizadas originadas en un grupo de neuronas pequeñas ubicadas en el complejo olivar lateral, que hacen sinapsis con las dendritas de las neuronas aferentes, cerca de las CCI de la cóclea ipsilateral. La rama medial, o Sistema Olivo-Coclear Medial, consiste en fibras mielinizadas provenientes de neuronas de gran tamaño ubicadas en el complejo olivar medial que hacen sinapsis con los cuerpos celulares de las CCE de la cóclea contralateral principalmente (Gkoritsa, Korres, Segas, Xenelis, Apostolopoulos & Ferekidis, 2007).

Se describen dos propuestas respecto a los componentes de la vía auditiva eferente, una postula la existencia de un sistema de tres circuitos interrelacionados: a) corteza-tálamo-mesencéfalo, b) mesencéfalo-complejo olivar superior-núcleo coclear y c) complejo olivar superior-núcleo coclear-cóclea. Otra propuesta apoya la premisa que existe una vía continua que se retroalimenta en todos sus niveles. No existe consenso absoluto aún respecto de la conformación de la Vía Eferente, incluso se cree que las dos teorías pueden ser complementarias (Suárez & Velluti, 2001).

Se ha encontrado evidencia para afirmar que la Vía Eferente se inicia principalmente en la corteza auditiva primaria, capa V y VI, enviando fibras ipsilaterales hacia el colículo inferior, núcleo geniculado medial, núcleo coclear y complejo olivar superior. Desde el núcleo geniculado medial no se ha descrito la conexión hacia otras zonas del sistema nervioso, lo que sugiere que integraría un circuito cerrado con la corteza. Por otro lado, se sugiere que desde la corteza las fibras llegan al colículo inferior específicamente a sus regiones laterales, dorsales y también centrales, las cuales tienen conexiones con el complejo olivar superior ipsilateral (Délano, Robles & Robles, 2005) y también con regiones que exceden el núcleo central exclusivamente auditivo. Además, se describe otro circuito central Eferente Auditivo, el cual se proyecta al colículo inferior, núcleos talámicos no auditivos, el cuerpo estriado y la región latero-dorsal pontina (Suárez & Velluti, 2001).

Diversos estudios, apoyados en la evidencia de la conexión cortical con la vía auditiva eferente, sugieren la posibilidad de procesamientos más complejos que incluiría la información aferente más las acciones realizadas por la vía auditiva eferente sobre una misma neurona colicular (Suárez & Velluti, 2001). Las fibras del Sistema Olivo-Coclear son los objetivos finales de varios bucles de retroalimentación, tanto de la periferia (Guinan, 1996, citado en Ballester, Zorrilla de San Martín, Goutman, Elgoyhen, Fuchs & Katz, 2011) como de los centros superiores de procesamiento (Robertson, 2009 citado en Ballester, Zorrilla de San Martín, Goutman, Elgoyhen, Fuchs & Katz, 2011).

El colículo inferior es una estructura importante dentro de la vía auditiva eferente, este núcleo posee diversas conexiones con la corteza, lo que le confiere una alta capacidad de realizar un procesamiento en paralelo de la información de tipo auditiva. Desde el colículo inferior descienden conexiones hacia la oliva superior y el núcleo coclear (Huffman & Henson, 1990; Saldaña et al., 1996 citado en Suárez & Velluti, 2001).

## 5.1.2. Evidencia experimental de la vía auditiva eferente

### 5.1.2.1. Haz Olivo-Coclear Medial

En 1956, Galambos demostró la capacidad del Haz Olivo-Coclear Medial para disminuir la amplitud o abolir al potencial de acción compuesto del nervio auditivo, al estimular eléctricamente las fibras olivo-cocleares del piso del IV ventrículo, en consecuencia, este haz de fibras eferentes produce una disminución de la amplitud de dicho potencial, que además es proporcional a la intensidad de la estimulación eléctrica y la intensidad del sonido. Estudios han comprobado que el Haz Olivo-Coclear Medial, mediante este proceso, es capaz de disminuir la respuesta N1 del potencial de acción del nervio auditivo, tanto ipsi como contralateralmente. (Suárez & Velluti, 2001; Délano, Robles & Robles, 2005).

En estudios posteriores se comprobó que la estimulación eléctrica de estas fibras olivo-cocleares corresponden a un proceso inhibitorio y producen, además, un aumento de la amplitud del potencial microfónico coclear. Al estimular eléctricamente el piso del IV ventrículo es más probable que se activen las fibras del Haz Olivo-Coclear Medial que las del Lateral, ya que las fibras Laterales son amielínicas y de diámetro pequeño, por ello son más difíciles de estimular por pulsos eléctricos (Fex, 1959 citado en Suárez & Velluti, 2001; Délano, Robles & Robles, 2005). Por lo anterior, en los estudios de Galambos y Fex probablemente actúe en forma fundamental el Haz Olivo-Coclear Medial y no el Lateral (Délano, Robles & Robles, 2005).

Estudios más recientes han demostrado que la estimulación eléctrica del Haz Olivo-Coclear Medial produce una pérdida de sensibilidad y agudeza de sintonización en la respuesta mecánica coclear. Estimulando eléctricamente el cóliculo inferior en cobayos, se observa en la cóclea contralateral al cóliculo inferior estimulado, una disminución del potencial de acción compuesto, equivalente a 3 dB-6 dB y un aumento del potencial microfónico coclear (Mulders & Robertson citado en Délano, Robles & Robles, 2005).

La modificación del estado mecánico de la cóclea es la capacidad de la CCE de alterar su longitud, a través de la proteína prestina, generando a su vez cambios de posición en los cilios de las CCE, los cuales influyen en la mecánica coclear, interviniendo de este modo directamente en la transducción de la señal acústica en la CCI. Este mecanismo de cambio de la sensibilidad coclear, que se provoca principalmente a bajas intensidades, se conoce con el nombre de “amplificador coclear” y se cree que el Haz Olivo-Coclear Medial tiene implicancias en él (John & Guinan, 2006).

Algunos experimentos apuntan a la creencia que el Haz Olivo-Coclear Medial tendría otra relevante función dentro del Sistema Auditivo, las OAEs. Además se postula que la producción de este fenómeno se debe también a la motilidad autónoma que poseen los cilios de las CCE. Se cree que ambas teorías pueden ser complementarias (Suárez & Velluti, 2001).

Otros estudios hallaron cambios cuantitativos en las amplitudes de los potenciales de acción y el microfónico coclear en distintos niveles de la Vía Auditiva dependiendo del nivel de conciencia del sujeto. Los autores atribuyeron estos cambios al Haz Olivo-Coclear Medial (Suárez & Velluti, 2001).

Un estudio realizado en humanos encontró una asociación entre la capacidad de mejora en una tarea de discriminación de sonido en ruido y un aumento en el reflejo coclear, por medio de la actividad del Haz Olivo-Coclear Medial (Boer & Thornton, 2008 citado en Irving, Moore, Liberman & Sumner, 2011), lo que sugiere que la plasticidad del Haz Olivo-Coclear Medial pueden tener un papel en el aprendizaje perceptivo (Irving, Moore, Liberman & Sumner, 2011).

#### 5.1.2.2. Haz Olivo-Coclear Lateral

El estudio experimental del Haz Olivo-Coclear Lateral ha sido más esquivo, debido a que sus fibras son amielínicas, muy finas, difíciles de manipular eléctricamente y de registrar su actividad. Se han realizado estimulaciones en el Haz Olivo-Coclear Lateral con los neurotransmisores acetilcolina y sustancias GABA-érgicas, donde las primeras tendrían un efecto estimulador sobre la vía aferente, en cambio las segundas tendrían el efecto contrario (Suárez & Velluti, 2001).

#### 5.1.3. Funciones de la Vía Auditiva Eferente

Los resultados obtenidos al estudiar experimentalmente la Vía Auditiva Eferente sugieren, en primer lugar, que el grueso de las funciones de sus neuronas es servir como efectoras de este sistema de retroalimentación de arriba hacia abajo (Irving, Moore, Liberman & Sumner, 2011). Este complejo sistema modula la sensibilidad auditiva a distintos niveles neurales, incluso a nivel coclear y sus principales haces son el Haz Olivo-Coclear Medial y Lateral.

Las posibles funciones específicas que se conocen en la actualidad sobre el Sistema Auditivo Eferente estarían dadas casi exclusivamente por el Haz Olivo-Coclear Medial, ya que la escasa información que se ha obtenido acerca del Haz Olivo-Coclear Lateral hace muy difícil especular acerca de su función (Délano, Robles & Robles, 2005).

Se sugiere que las neuronas de la Vía Auditiva Eferente, a través de los distintos circuitos, regulan varios aspectos del procesamiento auditivo, incluyendo:

- Regulación del estado dinámico de la cóclea, a través del amplificador coclear (Guinan, 1996 citado en Ballestero, Zorrilla de San Martín, Goutman, Elgoyhen, Fuchs & Katz, 2011; Délano, Robles & Robles, 2005; Suárez & Velluti, 2001),
- Detección de las señales auditivas pertinentes (Dolan & Nuttall, 1988; Winslow & Sachs, 1988; Kawase et al., 1993; Maison et al., 2001; Tan et al., 2008 citado en Ballestero, Zorrilla de San Martín, Goutman, Elgoyhen, Fuchs & Katz, 2011),
- Atención selectiva o control de la sensibilidad de la cóclea, de acuerdo al estado de atención del sujeto (Oatman, 1976; Délano et al, 2007 citado en Ballestero, Zorrilla de San Martín, Goutman, Elgoyhen, Fuchs & Katz, 2011; Délano, Robles & Robles, 2005; Suárez & Velluti, 2001),
- Eliminación de los sonidos internos (Suárez & Velluti, 2001),
- Protección contra el trauma acústico (Rajan, 2000; Taranda et al., 2009 citado en Ballestero, Zorrilla de San Martín, Goutman, Elgoyhen, Fuchs & Katz, 2011; Délano, Robles & Robles, 2005; Suárez & Velluti, 2001),
- Reducción del efecto de enmascaramiento producido por ruido u otros tonos (Délano, Robles & Robles, 2005; Suárez & Velluti, 2001),
- Modulación de las aferencias auditivas durante el ciclo sueño-vigilia (Délano, Robles & Robles, 2005; Suárez & Velluti, 2001),
- Modulación de las señales asociadas con la localización de los sonidos en el espacio, a través de ajustar las señales aferentes de las dos orejas para permitir que el procesador central mantenga una precisión en la localización del sonido durante los cambios en la sensibilidad auditiva (Irving, Moore, Liberman & Sumner, 2011) y
- Posiblemente, una función dentro del aprendizaje perceptivo (Irving, Moore, Liberman & Sumner, 2011).

Aunque la importancia del sistema de la audición está bien establecida, muchos de los eventos celulares implicados en su función siguen siendo desconocidos (Ballestero, Zorrilla de San Martín, Goutman, Elgoyhen, Fuchs & Katz, 2011).

La vía auditiva eferente es el puente y mediador con el que el sistema nervioso recibe las señales acústicas, ejerce sus acciones sobre la entrada auditiva y modifica el procesamiento a distintos niveles, es decir, provee el nexo para establecer relaciones adecuadas o necesarias entre el sistema auditivo y el sistema nervioso central en general (John & Guinan, 2006).

## 5.2. Emisiones Otoacústicas (OAEs)

El Sistema Eferente Auditivo posee un haz encargado de modular las OAEs provocadas en las CCE, este es el Haz Olivo-Coclear Medial. Es por ello que se utilizan hoy en día las OAEs como un método efectivo (Sininger & Cone-Wesson, 2004) y no invasivo (John & Guinan, 2006) para evaluar el funcionamiento del Sistema Eferente Auditivo.

Las OAEs son sonidos que pueden ser captados en el oído externo por medio del uso de micrófonos de alta sensibilidad. Estas son producidas por la acción de las CCE en respuesta a una estimulación o de manera espontánea, sirviendo de reflejo del funcionamiento no lineal de estas células, que aumentan la sensibilidad y selectividad a ciertas frecuencias. El movimiento de las CCE ha sido denominado como micromecánica coclear, este fenómeno se produce por los cambios de potencial en el medio como respuesta a la vibración producida por una estimulación auditiva. Como consecuencia de este movimiento ciliar se produce el movimiento de los líquidos del oído interno, el que provoca el movimiento, en reversa, de la cadena osicular en el oído medio, llegando a la membrana timpánica como una energía acústica llamada OAEs (Arslan et al., 2001).

Se ha demostrado que las OAEs son altamente sensibles a los cambios en la audición, observándose normales en oídos completamente indemnes, tanto en sus porciones interna, media y externa. En caso de existir cualquier alteración en estos componentes, se encontrarán alteraciones en las OAEs (Vink, Van Cauwenberge, Corthals & De Vel, 1998). Esta capacidad de detectar alteraciones presentes en la cóclea, las han transformado en un método de diagnóstico muy usado en los últimos años, que destaca por ser objetivo y no invasivo (Balatsouras, Kaberos, Kloutsos, Economou, Sakellariadis, Fassolis & Korres, 2006).

Existe controversia respecto a si existe lateralidad en el resultado de las OAEs, ya que en algunos estudios se ha observado una leve preponderancia del oído derecho por sobre el oído izquierdo en la amplitud de las OAEs, en cambio en otras investigaciones no se han encontrado dichas diferencias (Werner, 2006; Stuart & Butler, 2012).

Las OAEs pueden ser clasificadas en Espontáneas y Evocadas o Provocadas, según la necesidad del uso de un estímulo auditivo para su aparición y consecuente registro.

#### 5.2.1. OAEs Espontáneas

Son sonidos de banda estrecha que pueden ser captadas en ausencia de estimulación sonora (Uribe & Durand, 2005). Se cree que tienen origen en los micromecanismos autorreguladores normales de la cóclea. Se ha visto que están presentes entre un 60% a 70% de los oídos normales.

#### 5.2.2. OAEs Provocadas

Las OAEs Provocadas o Evocadas, son sonidos captados luego de la estimulación sonora. De ellas, las más usadas en la clínica son las OAEs Transientes (TEOAEs) y las OAEs Producto de Distorsión (DPOAEs) (Balatsouras, Kaberos, Kloutsos, Economou, Sakellariadis, Fassolis & Korres, 2006) debido a su objetividad, rapidez y su baja invasividad, lo que resulta en un procedimiento muy tolerado por los pacientes. Es por estas razones que su mayor utilidad se encuentra en los programas de screening auditivo de neonatos y niños (Pavlovčinová, Jakubíková, Trnovec, Lancz, Wimmerová, Šovčíková & Palkovičová, 2010).

##### 5.2.2.1 OAEs Producto de Distorsión (DPOAEs)

Son respuestas evocadas por una estimulación simultánea con dos tonos primarios, F1 y F2, que generan elementos no lineales que deforman la respuesta y que crean sonidos que no estaban presentes en la señal de entrada, cuyas frecuencias tienen relación matemática con las frecuencias de los tonos primarios F1 y F2. Los productos de distorsión más utilizados son los correspondientes a  $2f_1-f_2$  (Werner, 2006).

#### 5.2.2.2 OAEs Transientes (TEOAEs)

Las TEOAEs son evocadas en la clínica generalmente por un tono burst o un estímulo click, de banda ancha, ambos estímulos se caracterizan por ser de corta duración, por ello su nombre de “transientes”. Específicamente, el estímulo click posee frecuencias que oscilan entre 1000 Hz y 4000 Hz, el cual se repite cada 20 ms por una ventana de 100 ms, el cual generalmente es presentado a 80 dB SPL (Werner, 2006). Lo anterior generará una gran cantidad de respuestas, que serán evaluadas a través de los criterios de positividad, las cuales deben ser promediadas para la obtención de una TEOAE única y representativa. Las TEOAEs incluyen una serie de características que harán que el sonido captado por el micrófono sea considerado una OAE, estas son: a) la reproductividad, cuyo porcentaje debe ser mayor al 70%; b) la estabilidad de la sonda y c) el nivel de ruido, que no debe sobrepasar los 40 dB, incluyendo el ruido del ambiente y de la máquina o artefactos. Una relación señal ruido de 3, 6 o 9 dB es considerada por algunos autores como necesaria para considerar la señal recibida como OAE, el número exacto a considerar varía dependiendo del investigador.

Este tipo de emisiones pueden ser registradas en casi la totalidad de los oídos normales, incluso en los recién nacidos, aunque la amplitud de las TEOAEs en niños es habitualmente mayor que en adultos. Se ha puesto de manifiesto que cuando se presenta audición con umbrales bajo los 20 dB HL las TEOAEs están siempre presentes y que en casos de pérdidas auditivas sensorineurales puramente endococleares, con umbrales por encima de 40 dB HL, las TEOAEs están siempre ausentes (Vink, Van Cauwenberge, Corthals & De Vel, 1998).

Estudios declaran que las mujeres presentan mayor sensibilidad auditiva que sus pares hombres, evidenciado esto en todas las evaluaciones auditivas centrales y periféricas. En cuanto a la amplitud de las OAEs, las diferencias también son a favor de las mujeres, manifestándose esto con mayor intensidad al referirnos a las de tipo espontáneas y transitorias que en las productos de distorsión. Existen argumentos de tipo anatómicos, fisiológicos, hormonales y sociales (exposición a ruido) (Werner, 2006).

Existe una sutil diferencia entre la sensibilidad del oído derecho frente al izquierdo, siendo el último más sensible. Esto se replica también al evocar las TEOAEs, donde se observa una mayor amplitud de las mismas en el oído derecho (Robinette, 1992 citado en Werner, 2006).

### 5.3. Efecto de Supresión

Las OAEs han sido utilizadas para medir la atenuación de sonidos fuertes y/o ruidos que generan las células ciliadas en el oído interno. Esto queda en evidencia al presentar un sonido en un oído normal contralateralmente, ya que es posible apreciar una reducción o eliminación de la amplitud de las OAEs capaz de registrarse en el conducto auditivo externo a través del micrófono de la sonda, este efecto es el llamado Efecto de Supresión (ES). Esta supresión de las OAEs se atribuye a la activación del Haz Olivo-Coclear Medial que tiene un impacto en la micromecánica coclear, más específicamente las CCE del órgano de Corti. Por este motivo, estudiar la supresión o reducción en la amplitud de las OAEs, en presencia de estimulación acústica contralateral, se ha convertido en un método no invasivo de estudio del Sistema Eferente Auditivo. Se ha planteado que una de las funciones del Haz Olivo-Coclear Medial es proteger al sistema auditivo de la sobre estimulación acústica mediante el ES, además, es capaz de sostener la supresión durante una estimulación contralateral prolongada (Van Zyl, Swanepoel & Hall III, 2009).

Los primeros en dar cuenta de este ES fueron Collet et al. (citado en Alarcón, Bowen & Olivares, 2009). Estos investigadores demostraron que la amplitud de las OAEs en el oído testeado disminuye al estimular contralateralmente con un ruido de banda ancha. También notaron que este efecto depende directamente de la intensidad del ruido contralateral. Es así como nace el “Efecto Eferente de Collet” (Ryan et al. citado en Alarcón, Bowen & Olivares, 2009) que se refiere a la ausencia de supresión frente a la estimulación ante una lesión neural.

El ES puede ser originado con un tono puro o con cualquier otro estímulo sonoro, como por ejemplo un ruido; este efecto puede desencadenarse al estimular el mismo oído testeado (supresión ipsilateral), en el oído contralateral (supresión contralateral) o en ambos oídos (supresión bilateral) (Gkoritsa, Korres, Segas, Xenelis, Apostolopoulos & Ferekidis, 2007). Velenovsky et al. (2002) descubrieron que al observar el ruido NB (noise narrow band o ruido de banda estrecha) y el ruido WN (white noise o ruido blanco), ambos, a niveles de presión sonora similares, no causaron el mismo ES. El ruido NB a 60 dB SPL no era un supresor efectivo, mientras que el ruido de WN con la misma intensidad se asoció con una reducción de los niveles de OAEs (Velenovsky & Glattke, 2002).

Collet et al. (citado en Velenovsky & Glattke, 2002) evidenciaron que al estimular contralateralmente con un ruido de banda ancha a 50 dB SPL este efecto iba aumentando su potencialidad en el tiempo, así, entre 10 a 15 ms se presenta un ES de aproximadamente 2 dB, los que van aumentando a medida que se sostiene el ruido y ya entre los 15 a 20 ms se aprecia ES de aproximadamente 6 dB. Sin embargo, Velenovsky et al. (2002) no evidenciaron diferencias significativas entre la supresión que se genera al comienzo del estímulo contralateral con la que existe durante la prolongación de este ruido.

Es importante destacar que para que se presente el ES debe haber indemnidad del Haz Olivo-Coclear, así lo demostraron Williams et al. (1993) en un estudio, tras la neurectomía vestibular unilateral de un sujeto al que también se le seccionó el Haz Olivo-Coclear. Se observó que tras la estimulación contralateral el ES en las OAEs era nulo en el lado seccionado. Todo esto se observó en presencia de reflejo acústico bilateral, por lo tanto, se puede inferir que el ES no forma parte de una actividad refleja. Concluyeron que la falta de supresión en el lado seccionado es debido a la interrupción del Haz Olivo-Coclear, lo que tiene como consecuencia la eliminación del control eferente sobre las células receptoras.

No obstante lo anterior, algunos experimentos electrofisiológicos realizados por Guinan & Guifford (1988); Liberman (1989); Warren & Liberman (1989); Wiederhold (1986) (citados en Giraud, et al. 1995) han demostrado que en animales en los que los músculos del oído medio fueron cortados, la estimulación eléctrica que se realizó contralateralmente del Haz Olivo-Coclear fue capaz de disminuir las respuestas del nervio auditivo, así como también la amplitud de las OAEs, sugiriendo que otro mecanismo, además del Haz Olivo-Coclear, posiblemente estaría influyendo en la generación de las OAEs.

Además, estudios realizados por Giraud, et al. (1995) reconocen la participación del Haz Olivo-Coclear Medial en la disminución de la amplitud de las OAEs en presencia de ruido contralateral, sin embargo una supresión residual de las OAEs, que persistió después de la sección del nervio vestibular, sugiere que otro mecanismo está implicado en este fenómeno, los autores postulan que la participación de un mecanismo que implica otra zona del oído medio, tales como el músculo tensor del tímpano, no se puede excluir como una posible causa.

Se ha observado que las contracciones del músculo tensor del tímpano pueden aumentar la impedancia del oído medio, lo que dificultaría el paso de la señal acústica hacia el oído externo, complejizando así su recepción mediante la tecnología actualmente disponible para detectar este tipo de señales. En consecuencia, existiría una deficiencia del método clínico de recolección del dato requerido, lo que se traduciría como una falsa disminución de la amplitud de las OAEs con ES. Es por esto que el sonido/ruido con el que se inducirá la aparición de dicho efecto se debe mantener por debajo del umbral del reflejo estapedial, para que no interfiera con un aumento de impedancia. Con un instrumento clínico típico el umbral del reflejo estapedial se desencadena alrededor de 75 dB SPL ante la presentación de un ruido de banda ancha. Sin embargo, estos instrumentos clínicos no detectan las contracciones más pequeñas del músculo tensor del tímpano, las cuales podrían ser producidas por estimulaciones de entre 60 y 65 dB SPL (John & Guinan, 2006).

Otra dificultad clínica que se ha detectado al momento de realizar las TEOAEs con ES es que la frecuencia de los clics y los niveles comúnmente utilizados para evocarlas son particularmente inductores de la actividad del Haz Olivo-Coclear Medial. De todas maneras, no está claro hasta qué punto el resultado es alterado por el efecto que evocó el estímulo en la actividad de este haz, ya que se ha descrito que el ES contralateral se altera escasamente por la presencia de un estímulo ipsilateral (John & Guinan, 2006).

#### 5.4. Procesamiento Auditivo Central (PAC) y Desorden del Procesamiento Auditivo Central (DPAC)

A partir de la información mencionada hasta ahora es posible establecer una directa relación entre el funcionamiento del PAC y el Sistema Eferente Auditivo, siendo posible evidenciar alteraciones presentes en el PAC a través de la supresión o reducción en la amplitud de las OAEs. Al comparar el ES de las OAEs en niños con DPAC y niños sin alteraciones del PAC, se obtiene como conclusión que los valores registrados de las OAEs son menores en niños con DPAC, que en los menores sin alteraciones (Burgueti & Carvallo, 2008).

Según lo propuesto por los autores Bregman (1990), Duetch (1975; 1982), Handel (1984; 1989), Jones (1987), McAdams & Bregman (1979) y McAdams & Saariaho (1985) (citados en American Speech-Language-Hearing Association, 1996) el SNAC es fundamental para las funciones auditivas, incluyendo el procesamiento del lenguaje hablado, además de otras complejas señales, sin embargo, para llevar a cabo dichas tareas es necesario involucrar otros factores, como lo son atención, aprendizaje, motivación, memoria y procesos de decisión, los cuales intervienen incluso en las tareas auditivas más simples. La información contextual existente influencia el análisis perceptivo de la señal acústica, a partir de lo cual diversas fuentes de conocimiento interactúan llevando a cabo y manteniendo el procesamiento auditivo, tanto del lenguaje hablado como de otras señales acústicas complejas, entre ellas la música.

Existen diferentes mecanismos a partir de los cuales es posible codificar las distintas formas en que se presenta un estímulo acústico. Dichos mecanismos constituyen el llamado Procesamiento Auditivo Central (PAC) (Forest & Green, 1987; Formby & Muir, 1988; Hirsch, 1959; Roth, Kochar & Hind, 1980 citado en ASHA, 1996).

Los autores Plomp (1976), Tyler (1992) y Warren (1984) (citados en American Speech-Language-Hearing Association, 1996) postulan que gran parte de lo que constituye el PAC es preconsciente, es decir, ocurre antes de la toma de conciencia del oyente.

Según la *American Speech-Language-Hearing Association - ASHA* (1996), el PAC incluye los mecanismos y procesos del sistema auditivo responsables de:

- Localización y Lateralización del sonido: La localización permite ubicar la fuente sonora en el espacio de manera horizontal, mientras que la lateralización permite percibir el sonido dentro del cráneo. A partir de ambos es posible diferenciar los sonidos por tiempo e intensidad.
- Discriminación Auditiva: Permite diferenciar sonidos de distinta frecuencia, duración e intensidad, pudiendo distinguir entre dos o más sonidos.
- Reconocimiento de Patrones Auditivos: Permite reconocer patrones suprasegmentales (entonación y prosodia) de distinta frecuencia, duración, intensidad y timbre.

- Aspectos Temporales de la Audición:
  - Resolución Temporal: Habilidad para detectar intervalos de silencio entre sonidos.
  - Enmascaramiento Temporal: Sonido que enmascara antes (anterógrado) o después (retrógrado) de la aparición de la señal.
  - Integración Temporal: Sumación de actividad neuronal producto del aumento de la duración del estímulo sonoro.
  - Ordenamiento Temporal: Habilidad que permite reconocer la secuencia de dos o más sonidos en el tiempo.
- Desempeño Auditivo frente a Señales Acústicas Competitivas: Identificación y discriminación en presencia de habla o ruido de fondo.
- Desempeño Auditivo frente a Condiciones de Degradación de la Señal Acústica: Capacidad para comprender el mensaje completo, aún cuando una porción de él se encuentra distorsionada frecuencial o temporalmente.

Se estima que estos procesos y mecanismos se aplican en señales tanto verbales como no verbales, afectando múltiples áreas de funcionamiento, incluyendo habla y lenguaje. Tales procesos poseen correlatos neurofisiológicos y conductuales.

Muchos de los mecanismos y procesos neurocognitivos involucrados en tareas de reconocimiento y discriminación, son dedicados específicamente al procesamiento de las señales acústicas, mientras que otros, como el proceso de atención o las representaciones de lenguaje a largo plazo, no lo son (Katz, 2002).

El PAC puede presentar deficiencias o alteraciones en su funcionamiento, lo que se conoce con el nombre de Desorden del Procesamiento Auditivo Central (DPAC). El DPAC es una deficiencia observada en uno o más de los mecanismos incluidos en el PAC mencionados anteriormente. Se cree que en algunas personas el DPAC resulta de la disfunción de los procesos y mecanismos dedicados a la audición; para otros el DPAC puede derivar de alguna disfunción general, como un déficit de atención o déficit de sincronización neural, que afecta el rendimiento a través de diversas modalidades (American Speech-Language-Hearing Association, 1996).

Jerger citado por Katz (2002) propone que existen tres evidencias que apoyan un desorden perceptivo auditivo relativamente puro; primero, la evidencia audiológica de niños y adultos con lesiones conocidas del SNAC. La segunda evidencia se sustenta en muchos estudios que se han realizado en profundidad en niños y adultos, cuya única dificultad es la capacidad de oír bien en situaciones complejas de escucha, lo cual se confirma con la ausencia de trastornos concomitantes de habla/lenguaje. La tercera evidencia fundamenta que los únicos problemas de escucha que presentan algunas personas mayores, pueden estar asociados a cambios del SNAC relacionados con la edad.

Los autores Colson, Robin & Luschei (1991) y Robin, Tranel & Damasio (1989) (citados en ASHA, 1996) proponen que las lesiones cerebrales asociadas a DPAC pueden estar situadas a nivel cortical, tanto en el lóbulo temporal, como en el parietal derecho e izquierdo, o bien a nivel subcortical, específicamente en el tálamo, ganglios basales y estructuras del tronco cerebral. Las lesiones corticales pueden interrumpir una variedad de procesos auditivos centrales generalmente de manera bilateral. Se ha demostrado en estudios que los juicios de orden temporal pueden ser afectados bilateralmente luego de la lesión o neuropatología en el lóbulo temporal izquierdo y/o derecho. Además, según Robin, Tranel y Damasio (1989) (citados en ASHA, 1996), las lesiones del área tèmoro-parietal derecha pueden provocar problemas bilaterales. Los autores Musiek, Baran y Pinheiro (1994) (citados en ASHA, 1996) exponen que a partir de una lesión cortical ha sido posible encontrar deficiencia contralateral en escucha dicótica y tareas de habla de baja redundancia monoaural. Las neuropatologías que conducen al diagnóstico médico son también responsables del DPAC; sin embargo, la situación es más compleja cuando los pacientes manifiestan trastornos de lenguaje o habla, siendo su causa más probable la neuropatología (ASHA, 1996).

Para los autores Tallal et al. (1993) y Campbell et al. (1985) (citados en ASHA, 1996), una serie de marcos teóricos postulan vínculos entre PAC y funciones cognitivas, lingüísticas, sociales y afectivas, todas involucradas en la adquisición y uso del lenguaje. Estos marcos varían en la amplitud de los que se centran principalmente en la audición para aquellos que ven el proceso auditivo como un componente del sistema cognitivo. Estas teorías destacan la complejidad de las relaciones entre DPAC y discapacidades tales como el trastorno del desarrollo del lenguaje o dificultades de aprendizaje.

### 5.5. Trastorno de Lenguaje

Para poder abordar de mejor forma los Trastornos del Lenguaje, se debe primero tener un conocimiento, a lo menos general, respecto del desarrollo normal del lenguaje en los menores, cuyo rango etario corresponde al del presente estudio.

En relación a la adquisición y desarrollo del lenguaje existen diversos modelos psicolingüísticos explicativos, entre ellos, el Modelo Lingüístico de Chomsky, a partir del cual se determina que “todo niño nace con una predisposición genética para desarrollar el lenguaje, a partir de la adquisición de competencias adecuadas al descubrimiento y al análisis de la lengua” (Chomsky, 1972). Esta hipótesis explicativa es apoyada o reforzada por la rapidez y regularidad con la que se lleva a cabo el desarrollo lingüístico de todo niño, el cual si se produce normalmente, logra alcanzar la adquisición del dispositivo de la lengua entre los 18 y los 30 meses (Lennenberg, 1967).

Otro modelo explicativo es el Modelo Cognitivo, según el cual los conocimientos de todos aquellos mecanismos que subyacen a la adquisición del lenguaje requieren determinar inicialmente, a través de procesos cognitivos, todas aquellas estrategias a partir de las que se llevará a cabo el análisis de las formas en las que el menor logrará apropiarse de su propia lengua, adoptando principios operativos, los cuales serán utilizados al momento de relacionar el significado de los enunciados y su forma en un contexto sociofamiliar y sociocultural dado (Narbona & Chevrie-muller, 2001).

Por último, existe un modelo explicativo global e interaccionista que aborda la adquisición del lenguaje desde el análisis de la capacidad, siendo utilizado como instrumento conjunto de la representación y de la comunicación humana. Esta hipótesis explicativa es el llamado Modelo Interaccionista, en el cual se examina el lenguaje no sólo en relación a su organización en estructuras complejas, sino también en función de los contextos de los que depende parcialmente su adquisición y posterior desarrollo. Esta orientación permite analizar la estructura de las conductas verbales y la configuración de los parámetros del contexto que interactúan significativamente con estas conductas (Narbona & Chevrie-muller, 2001).

La adquisición del lenguaje comienza con el desarrollo temprano de ciertos patrones prelingüísticos, los cuales son posibles de delimitar en términos de las características etarias en las que se hacen presentes en la mayor parte de la población. En relación a lo anterior, Oller (1980) y Oller & Lynch (1993), han dividido en cinco etapas o estadios el desarrollo prelingüístico de los menores de 0 a 18 meses.

La adquisición típica del lenguaje, evoluciona de manera progresiva a lo largo del desarrollo de un niño. Siendo el lenguaje una conducta primaria del ser humano, convirtiéndose en la base de toda comunicación. Un menor en desarrollo debe estar en condiciones óptimas desde el punto de vista neurológico, lingüístico y psicológico para poder adquirir y desarrollar el lenguaje y el habla con normalidad. Sin embargo, una alteración en estas dimensiones puede provocar el menoscabo de las distintas etapas o periodos de adquisición en uno o varios aspectos del lenguaje o habla del menor, provocando trastornos que imposibilitan una correcta utilización de la comunicación oral.

Se considera que los desórdenes del habla y el lenguaje en los niños son multicausales. Tanto los desórdenes miofuncionales, fisura labio palatina, síndromes, retardo mental, desórdenes psicológicos como el mutismo selectivo, afasia receptiva pueden resultar en un retraso del habla o lenguaje. En la etapa pre-escolar, una gran cantidad de trastornos se relacionan con el lenguaje receptivo, con mecanismos del PAC y con el lenguaje expresivo, dando como resultado un desarrollo anormal del habla. Entre ellos existen ciertas formas de Trastornos del Lenguaje como el DPAC, TEL Expresivo, retraso del lenguaje secundario a pérdida auditiva moderada a severa y/o secundario a una otitis media (Psillas, Psifidis, Antoniadou-Hitoglou & Kouloulas, 2006).

La presencia de Trastorno de Lenguaje se puede presentar cuando un menor posee un retraso de lenguaje debido a ciertos trastornos adquiridos, en los cuales se ve afectado el lenguaje o como trastorno delimitado únicamente a esta área, es decir, el Trastorno Específico del Lenguaje (TEL).

En términos generales, se está ante la presencia de un retraso del lenguaje cuando a los “16 meses no ha iniciado la expresión de palabras aisladas con sentido propositivo o si a los 2 años no construye frases de 2 palabras” (Artigas, Rigau & García-Nonell, 2008), la comprensión será básicamente extralingüística, es decir, se apoya en elementos comunicacionales no lingüísticos, como la prosodia (acento, entonación y ritmo) y elementos pragmáticos. Además, la aparición de las primeras palabras suele ser temporalmente normal, pero el paso a dos palabras es dificultoso. Por último, la expresión del lenguaje se caracteriza por ser escasa o presentar errores principalmente sintácticos, pudiendo verse afectado el orden de las palabras en la frase, ausencia o alteración de auxiliares y flexiones o simplemente, la ausencia de palabras en la expresión comunicativa (Jórdan, Barroso, Brun, Dorado, García, Matín & Nieto, 2005). Por otra parte se considera que un niño presenta un retraso simple del lenguaje cuando es capaz de comprender adecuadamente respecto a su edad y su desarrollo del lenguaje es normal, pero con un desfase cronológico en relación a un niño de la misma edad (Artigas, Rigau, & García-Nonell, 2008).

Los Trastornos del Lenguaje se pueden adquirir luego de algún tipo de injuria o lesión, o bien como consecuencia de una enfermedad congénita. Las causas más frecuentes de “afasia infantil” son los traumatismos, y en menor medida, los tumores e infecciones. Estos trastornos adquiridos del lenguaje después de una lesión, son afasias en sí mismas, sin embargo no se utiliza este término en el caso de un menor de dos años o menos cuya adquisición lingüística se encuentra en desarrollo al momento de la lesión, dado que en estos casos es difícil determinar de manera certera hasta qué punto el lenguaje previo a la lesión era óptimo. Por otra parte, no existe correlación área-trastorno entre la afasiología adulta y la que se cumple en los niños que sufren el trastorno durante el periodo de adquisición (Jórdan, Barroso, Brun, Dorado, García, Matín & Nieto, 2005).

La ASHA define TEL como:

La anormal adquisición, comprensión o expresión del lenguaje hablado o escrito. El problema puede implicar todos, uno o alguno de los componentes fonológico, morfológico, semántico, sintáctico o pragmático del sistema lingüístico. Los individuos con trastorno del lenguaje tienen a menudo problemas de procesamiento del lenguaje o de abstracción de la información significativa para almacenamiento y recuperación por la memoria a corto y largo plazo (1980).

El TEL es un trastorno del lenguaje primario, dado que no se explica o no es secundario a alteraciones neurológicas, audiológicas, motrices u otras afecciones, que pudiesen explicar las dificultades lingüísticas. Por lo anterior, para determinar si un menor posee TEL, se deben cumplir ciertos criterios de exclusión, los que se detallan a continuación (Stark & Tallal, 1981):

- Audición normal.
- Coeficiente Intelectual (CI) manipulativo dentro de rangos normales (mayor a 85)
- Ausencia de trastornos emocionales y conductuales severos.
- Habilidades motoras del habla normales.
- Ausencia de signos neurológicos (epilepsia, lesiones, etc.) que pudieran ser causa del trastorno.
- Si el trastorno de lenguaje se enmarca en otra patología primaria (retraso mental, lesión cerebral, trastornos emocionales severos, etc.), entonces hablamos de trastornos secundarios.

En relación a la prevalencia de los TEL, la variabilidad respecto a los criterios utilizados y la edad de los menores que conforman las muestras de los distintos estudios al respecto, hacen difícil determinarla de manera certera y concreta. Sin embargo, según los datos entregados en el DSM-IV-TR (APA, 2000), en niños de aproximadamente tres años la frecuencia de TEL es de 10-15% y en la población de edad escolar, este valor disminuye significativamente, constituyendo el 3-7% de los niños que se encuentran en dicho rango etario. También se ha demostrado que el TEL es más frecuente en hombres que en mujeres. Se sugiere además la presencia de un importante componente genético en relación a la existencia de TEL, dado que es posible encontrar diferentes casos en una misma familia (Jórdan, Barroso, Brun, Dorado, García, Matín & Nieto, 2005). Por otra parte, el TEL se ha asociado a déficit atencional y a dislexia en etapas posteriores del desarrollo (Catts, 1993).

Los niños con TEL, presentan diversas dificultades, entre ellas se observa una disminución de la percepción y procesamiento de estímulos auditivos, tanto lingüísticos como no lingüísticos, incluyendo el procesamiento temporal rápido de estímulos no lingüísticos (Tallal, 2000). Según Gillam et al. (2003), “el procesamiento limitado consistiría en una restricción en la capacidad de la memoria de trabajo, una disminución en la cantidad de energía necesaria para procesar la información, o una combinación de ambas”. Esta limitada habilidad de procesamiento general, tiene un efecto adverso sobre la adquisición de morfemas que sobresalen menos fonéticamente y son de corta duración (Leonard, McGregor, & Allen, 1992).

Leonard et al. señalan que:

Este planteamiento no supone una dificultad en percibir los morfemas gramaticales, sino que los morfemas gramaticales requieren mayor demanda cognitiva, lo que debilitaría el sistema de procesamiento ya deficitario. Debido a que el habla típica es rápida y producida en tiempo real, los niños con TEL no pueden procesar adecuadamente los diversos morfemas breves; así, bajo esta premisa, tendrían mayor dificultad tanto en los morfemas gramaticales relacionados con la temporalidad como con aquellos que no lo están (1997).

Otra de las alteraciones encontradas en aquellos menores que presentan TEL, es la relacionada con la atención selectiva auditiva, debido a la gran importancia de dicha atención en la adquisición de muchas habilidades tanto perceptivas como cognitivas, siendo aún más importante tomando en consideración que el desarrollo de la atención selectiva auditiva continua hasta la adolescencia (Stevens, Sanders, & Neville, 2006)

En niños hablantes del inglés las dificultades del lenguaje que se presentan incluyen un comienzo retrasado y enlentecido de la adquisición de las formas léxicas y gramaticales, vocabulario reducido y dificultad en la adquisición, uso de las inflexiones morfológicas y en la sintaxis compleja (Čeponienė, Cummings, Wulfeck, Ballantyne & Townsend; 2009).

Existen diversas clasificaciones respecto a los distintos tipos de presentaciones del TEL. Una de las más utilizadas es la propuesta por Isabelle Rapin y Doris A. Allen (1983); esta clasificación se basa en cuadros clínicos, en donde se incluyen únicamente los trastornos específicos del desarrollo del lenguaje,. Esta clasificación divide el cuadro en tres grandes grupos, dentro de los cuales se enmarcan los distintos tipos de TEL, según corresponda su sintomatología, tal como se expone a continuación:

Trastornos mixtos (receptivos-expresivos):

- Agnosia auditiva verbal: Comprensión y expresión severamente alteradas o incluso ausentes. Articulación y fluidez verbal perturbadas.
- Trastorno fonológico sintáctico: Comprensión afectada en distintos grados, pero en menor medida respecto a la expresión, la cual se encuentra claramente limitada. Fluidez verbal, articulación y sintaxis deficientes.



Trastornos expresivos:

- Dispraxia verbal: Comprensión normal o levemente afectada. Expresión alterada debido a las dificultades articulatorias y a la incapacidad masiva de fluidez.
- Trastorno del déficit de programación fonológica: Comprensión normal o levemente alterada. Expresión con fluidez, pero poco inteligible.

Trastornos de procesamiento de orden superior o global:

- Trastorno léxico sintáctico: Comprensión alterada en enunciados complejos. Expresión afectada por las dificultades de evocación, lo que altera la fluidez del habla. Articulación normal. Sintaxis inmadura con problemas en la formulación de oraciones complejas.
- Trastorno semántico pragmático: Comprensión alterada en enunciados complejos. Habla fluida, pudiendo ser logorreica, con formas de conversación aberrantes.

El DSM-IV (APA, 2000) considera cinco categorías en los trastornos de la comunicación, incluyendo no sólo los trastornos del lenguaje, sino también trastornos del habla y de la voz, sin embargo, se considera importante su inclusión en la presente investigación.

Estas categorías son:

- Trastorno del lenguaje expresivo
- Trastorno mixto del lenguaje receptivo-expresivo
- Trastorno fonológico
- Tartamudeo
- Trastorno de la comunicación no especificado.

Otra interesante clasificación de los trastornos del lenguaje y del habla es la propuesta por Chévrie- Muller (Narbona & Chévrie-Muller, 2001). Esta clasificación es semiológica, es decir, de síntomas, independiente del cuadro clínico en el cual se enmarquen, siendo útil al momento de determinar el enfoque terapéutico:

- Déficit gnóstico: Dificultades de la capacidad de análisis temporal de la señal acústica de la palabra. Si esta capacidad se encuentra ausente es una agnosia verbal.
- Trastorno de la comprensión: Alteraciones en la comprensión morfosintáctica y en las partículas interrogativas.
- Déficit práxico: Incluye dificultades motrices del aparato bucofonatorio y alteraciones para la articulación de sonidos específicos (trastornos de la articulación o dislalia).
- Trastorno fonológico: Afección de la conciencia fonológica, en donde se ve alterada la capacidad de seleccionar los sonidos que componen una palabra.
- Apraxia del habla: Es la combinación de las dificultades fonéticas y fonológicas.
- Trastorno de la prosodia: Alteración de la fluidez del habla, de la entonación, timbre, entre otros.
- Trastorno morfosintáctico de la expresión: Dificultades para formar frases gramaticalmente correctas para la edad del menor, debido a la alteración en la asociación de las palabras.
- Disnomias: Problemas en la recuperación de las palabras, pudiendo ser consecuencia de ello la presencia de un habla vacilante, con pausas o parafasias.
- Trastorno semántico pragmático: Alteraciones en el uso correcto del lenguaje y la comprensión contextual. Puede estar presente de forma aislada, es decir, sin la presencia de otros trastornos formales del lenguaje.

## 5.6. Relación entre Trastornos de Lenguaje, Procesamiento Auditivo Central (PAC) y Efecto Supresión (ES)

Como se vio en el apartado anterior, es posible encontrar relaciones entre los trastornos del lenguaje y el PAC. Según lo planteado por Tallal et al. (1993) (citado en ASHA, 1996), la adquisición del lenguaje oral se basa en gran medida en el procesamiento de la información acústica, la cual utiliza la audición como medio de entrada a la mente del niño. Es por esto que no es extraño que exista una relación entre los déficits auditivos y las alteraciones del desarrollo del lenguaje, tanto por pérdida auditiva, como por déficit en el procesamiento central de los estímulos lingüísticos auditivos. Para sustentar esta relación se han realizado estudios en los que se evidencia que los niños con Trastornos del Lenguaje presentan dificultades en las habilidades relacionadas con el procesamiento temporal de los estímulos lingüísticos.

El DPAC puede estar asociado a trastornos que afecten la ejecución de otras actividades como, por ejemplo, déficit de atención o en la representación del lenguaje.

Existe controversia con respecto a la relación y distinción entre el DPAC y el TEL, ya que algunos investigadores han descubierto que a menudo los sujetos con DPAC presentan déficits de lenguaje y escritura, similares a los observados en niños con TEL, lo que se relaciona al procesamiento de señales con cambios rápidos y discriminación de frecuencias. Se ha visto además que el perfil clínico de comportamiento entre estos dos grupos de niños no difiere (Miller & Wagstaff, 2011). Aunque no existe un consenso absoluto entre esta relación, varios estudios demuestran que el TEL se acompaña de desórdenes en el PAC, dificultades en la atención auditiva y la memoria serial (secuencial o de corto plazo) (Tallal, 1999).

Por otra parte, Leonard (1992) (citado en ASHA, 1996) exhibe que la morfología gramatical es más vulnerable a déficits en el lenguaje donde las propiedades de la señal de estas formas hace demandas perceptuales mayores. Sin embargo, los autores Ludlow et al. (1983) citados en el mismo lugar, plantean que las dificultades del procesamiento temporal por sí solas pueden no ser suficientes para producir TEL, ni pueden explicar toda la gama del fenómeno asociado con este síndrome.

El impacto del DPAC en el uso del lenguaje es particularmente evidente en la comprensión del lenguaje hablado. Los adultos con patologías del SNC y niños con trastornos del desarrollo del lenguaje o discapacidades de aprendizaje frecuentemente tienen dificultades en la comprensión del lenguaje oral, incluso cuando tienen los conocimientos lingüísticos necesarios. Si un individuo con una de estas condiciones tiene DPAC, como un desorden, podría, sin duda, contribuir a las dificultades de comprensión. Por ejemplo, los pacientes con lesiones del hemisferio derecho de áreas témporo-parietales tienen dificultades para analizar la información espectral y por lo tanto pueden carecer de la información entonacional que ayuda a la comprensión del lenguaje (ASHA, 1996).

Un estudio realizado en adultos ha sido capaz de demostrar una fuerte correlación entre pruebas de escucha dicótica, utilizadas para evaluar el PAC y las OAEs con ES (Markevych, Asbj rnsen, Lind, Plante & Cone, 2011), lo cual sugiere que ambas forman parte de un mismo proceso fisiológico de base. Apoyando esta idea, se ha observado que existe una disminución del ES en personas con trastornos en el PAC (Burguetti & Carvallo, 2008). Por otra parte, se advierte una fuerte correlación entre la medición del ES en OAEs y tareas de habla en ruido (de Boer & Thornton, 2008). Luego, estos investigadores replicaron su propio estudio, encontrando una correlación negativa entre OAEs con ES y desempeño en tareas de habla en ruido, es decir los sujetos que presentan un mayor ES logran peores rendimiento en este tipo de actividades, a pesar de utilizar un equipo similar y procedimientos idénticos (de Boer & Thornton, 2012). Resultados similares fueron encontrados por Stuart & Butler (2012), quienes realizaron un estudio en el que se evaluó la percepción de habla en ruido y su correlación con el ES en mujeres jóvenes con audición normal.

Existe evidencia de que, tanto la dislexia como el Trastorno de Lenguaje, presentan un déficit en el procesamiento de la información auditiva, en especial de el procesamiento temporal de las emisiones (Gerrits & De Bree, 2009).

Además, se ha observado la disminución del Efecto de Supresión en menores con audición normal y con trastornos del procesamiento auditivo (Yalcinkaya, Yilmaz & Muluk, 2010), como también en aquellos niños con mutismo selectivo, comparado con aquellos menores de edades similares sin estos trastornos (Bar-Haim, Henkin, Ari-Even-Roth, Tetin-Schneider, Hildesheimer & Muchnik, 2004). Por otra parte se ha visto que en adultos con trastornos del aprendizaje se observa un menor Efecto de Supresión que en sujetos normales (Garinis, Glatke & Cone-Wesson, 2008). Estos resultados han sido controversiales, ya que con respecto a los trastornos del lenguaje en los niños no se han encontrado diferencias en el Efecto de Supresión entre un grupo con el trastorno y un grupo control (Clarke, Ahmmed, Parker & Adams, 2006).

La información anterior sugiere que los procesos neuronales auditivos procesados a nivel del Haz Olivo-Coclear Medial, en las personas con algún Trastorno de Lenguaje, DPAC o del aprendizaje, tendrían alteraciones, no necesariamente atribuibles a menor actividad eferente, sino más bien a una falta de inhibición de parte del Haz Olivo-Coclear Medial (Garinis, Glatke & Cone-Wesson, 2008).

Según lo que se ha expuesto a través del desarrollo de estas páginas es posible determinar y entender la importancia que implica el conocer detalladamente las posibles causas o características audiológicas que subyacen a los Trastornos del Lenguaje, revisar bibliografía e investigaciones que respalden ciertos hallazgos referidos a la temática y valorarlos como evidencia científica para construir el conocimiento respecto a las alteraciones de naturaleza audiológica que presentan los niños con trastornos en su sistema lingüístico.

## VI. METODOLOGÍA

La presente investigación corresponde a un estudio no experimental, analítico y transversal. Esta se basa en la medición de TEOAEs bilaterales con y sin ruido contralateral en dos grupos de menores en estudio, con y sin Trastorno del Lenguaje.

### 6.1. TIPO DE DISEÑO

- No experimental
- Analítico
- Transversal

### 6.2. VARIABLES

Dependientes:

1. Valores de dB en TEOAEs: corresponde a la intensidad en dB SPL de las TEOAEs registradas con presencia y ausencia de ruido contralateral a fin de evaluar el Efecto Supresión.

Independientes:

1. Presencia/ausencia de Trastorno del Lenguaje.

## 6.3. DESCRIPCIÓN OPERACIONAL DE LAS VARIABLES

Objetivo Específico	VARIABLES	Escalas	Definición	Evaluación
1. Determinar el rendimiento de las TEOAEs con y sin ruido contralateral en menores sin Trastorno del Lenguaje.	1.1. Valores en dB de la Relación S/R TEOAEs sin ruido contralateral	1.1. dB SPL	1.1. Intensidad de la Relación S/R TEOAEs	1.1. Se ocupará el equipo de registro de TEOAEs para evaluar ambos oídos.
	1.2. Valores en dB de la Relación S/R las TEOAEs con ruido contralateral	1.2. dB SPL	1.2. Intensidad de la Relación S/R TEOAEs	1.2. Se ocupará el equipo de registro de TEOAEs para evaluar ambos oídos.
	1.3. Presencia/ ausencia del Trastorno del Lenguaje	1.3. Presencia (1) / ausencia (0)		1.3. Se utilizarán los diagnósticos fonoaudiológicos de cada Institución.
2. Determinar el rendimiento de las TEOAEs con y sin ruido contralateral en menores con Trastorno del Lenguaje.	2.1. Valores en dB de la Relación S/R TEOAEs sin ruido contralateral	2.1. dB SPL	2.1. Intensidad de la Relación S/R TEOAEs	2.1. Se ocupará el equipo de registro de TEOAEs para evaluar ambos oídos.
	2.2. Valores en dB de la Relación S/R TEOAEs con	2.2. dB SPL	2.2. Intensidad de la Relación S/R TEOAEs	2.2. Se ocupará el equipo de registro de TEOAEs para evaluar ambos

	ruido contralateral			oídos.
	2.3. Presencia/ ausencia del Trastorno del Lenguaje	2.3. Presencia (1) / ausencia (0)		2.3. Se utilizarán los diagnósticos fonaudiológicos de cada Institución.
3. Comparar desempeño de las TEOAEs con y sin ruido contralateral en ambos grupos de estudio.	3.1. Diferencia de amplitud de la Relación S/R TEOAEs sin ruido contralateral	3.1. dB HL	3.1. Variación de la intensidad de la Relación S/R TEOAEs	3.1. Se calculará la diferencia entre los valores obtenidos en dB
	3.2. Diferencia de amplitud de la Relación S/R TEOAEs con Efecto de Supresión	3.2. dB HL	3.1. Variación de la intensidad de la Relación S/R TEOAEs	3.2. Se calculará la diferencia entre los valores obtenidos en dB

#### 6.4. POBLACIÓN Y GRUPO DE ESTUDIO

Dentro de los objetivos de este estudio se contempló inicialmente la evaluación de 30 menores (15 con Trastorno de Lenguaje y 15 sin Trastorno de Lenguaje), sin embargo a lo largo de su desarrollo fue posible la evaluación de solo 27 niños entre 4.0 a 6.6 años, de los cuales 16 presentaban Trastorno de Lenguaje y 12 niños no poseían alteraciones en el lenguaje (grupo control). Del total de menores evaluados 5 presentaban oclusión total del conducto auditivo externo en uno de ambos oídos debido a un tapón cerumen, motivo por el cual no fue posible su inclusión en la muestra de estudio, provocando como consecuencia la imposibilidad de realizar la totalidad de los exámenes auditivos. Por otra parte, 4 menores obtuvieron umbrales auditivos por sobre el rango considerado como normal, lo que impide obtener resultados en la aplicación de las OAEs, siendo imposible su inclusión en el presente estudio; además es importante destacar que al aplicar el examen impedanciométrico en estos 4 menores, 2 obtuvieron curva As

y 2 curva B en la timpanometría. De los 18 sujetos restantes, 2 presentaron curva C en la timpanometría, 1 menor no permitió que se le realizaran los exámenes audiométricos y en un caso la aplicación de la Impedanciometría arrojó datos inespecíficos, cuya veracidad no fue confirmada luego con la realización del mismo examen en el menor. Estos 4 últimos casos debieron ser excluidos de la muestra debido a las razones antes mencionadas.

Finalmente, los grupos de estudio fueron definidos de la siguiente manera:

Grupo caso: 7 menores con audición normal, de 4.0 a 6.6 años de edad, pertenecientes a una escuela de lenguaje o proyecto de integración de la ciudad de Santiago, con presencia de Trastorno de Lenguaje diagnosticado por fonoaudiólogo(a) a cargo del menor, pareados en escolaridad y género con el grupo de estudio.

Grupo control: 7 menores con audición normal, de 4.0 a 6.6 años de edad, de la ciudad de Santiago, sin sospecha de Trastorno de Lenguaje, pareados en nivel de escolaridad y género con el grupo de estudio.

#### 6.5. CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LA MUESTRA

Los menores deben cumplir con ciertos criterios de inclusión para pertenecer a la muestra y, posteriormente, a cada grupo: de estudio y control. Para esto fueron evaluados mediante diversos exámenes.

Inicialmente con el objetivo determinar la inclusión en el estudio se realizaron los siguientes procedimientos:

- Anamnesis
- Otoscopía
- Impedanciometría (con reflejos ipsi y contralaterales)
- Audiometría tonal liminar
- Diagnóstico Fonoaudiológico

- Anamnesis

Se procedió inicialmente por seleccionar menores entre 4.0 años a 6.6 años de edad mediante la realización de anamnesis al adulto responsable del niño. A través de ella se obtuvieron datos, respecto de la historia clínica del menor, relevantes para la realización del presente estudio, como patologías auditivas congénitas o adquiridas, tanto del menor como de su familia. También fue necesario conocer la presencia o ausencia de reportes familiares o antecedentes del niño sobre Trastornos de Lenguaje diagnosticados a través de una evaluación fonoaudiológica y si, en consecuencia, el familiar o el niño ha asistido o asistió a escuelas de lenguaje o es/fue parte del proyecto de integración en la escuela donde asiste/asistió regularmente. Esto permitió seleccionar en, primera instancia, a los menores que integrarían la muestra y luego, a quienes conformarían el grupo de estudio o el grupo control según corresponda.

- Otoscopia

Fue necesario realizar este procedimiento antes de llevar a cabo cualquier examen audiológico, con el fin de comprobar la indemnidad del conducto auditivo externo y tímpano en los menores, dado que la presencia de alguna patología de oído externo o medio en algún menor impediría la realización de algunos de los exámenes necesarios para la obtención de los datos requeridos para este estudio, es consecuencia, estos no podrían integrar la muestra.

- Impedanciometría (con reflejos ipsi y contralaterales).

A través de la realización de este examen se comprobó la indemnidad de oído medio, incluyendo parte de la Vía Auditiva, mediante la evocación del reflejo auditivo ipsi y contralateral de ambos oídos. La ausencia de alteraciones en estas estructuras fue indispensable para la posterior obtención de resultados de la presente investigación, ya que sin la indemnidad del oído medio no es posible la generación y/o registro de las OAEs.

- Audiometría tonal liminar

Se evaluaron los umbrales de audición tonal de los menores, los que deben identificarse claramente y ser menores o igual a 20 dB en las frecuencias 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz y 4000 Hz, para descartar que la presencia de bajos umbrales auditivos sean los causantes de la dificultad de lenguaje o que impidan el registro del resto de los exámenes como el registro de las OAEs, las cuales requieren que el paciente posea umbrales mejores a 30 dB para ser producidas. Se usó un tono Warble en la realización de este examen para lograr que este

proceso fuese de menor complejidad para los menores, ya que es más fácil discriminar un sonido con variaciones tonales que un tono continuo.

Aquellos sujetos con alteraciones auditivas, pesquisadas con cualquiera de los tres exámenes anteriormente seleccionados, fueron aconsejados respecto a solicitar atención con un Otorrinolaringólogo, o bien, asistir a su consultorio correspondiente. En consecuencia, estos menores no fueron contemplados dentro del estudio, por riesgo de posible patología auditiva.

- Diagnóstico Fonoaudiológico

Posteriormente, como criterio de selección para la incorporación de los menores a los grupos de estudio, se solicitaron los diagnósticos correspondientes a Trastorno de Lenguaje al Fonoaudiólogo responsable en los casos de aquellos niños que asistían a Escuelas de Lenguaje o Colegios con Proyecto de Integración.

## 6.6. PROCEDIMIENTOS PARA LA OBTENCIÓN DE DATOS

Antes de comenzar con los procedimientos de selección de los sujetos que conformaron la muestra en estudio y los procedimientos de obtención de datos, se entregó a los cuidadores o encargados del menor un consentimiento informado (Anexo 1), a través del cual se facilita información necesaria respecto a la presente investigación: objetivos del estudio, procedimientos a realizar en cada menor y las formas en que se haría entrega de la información obtenida a la comunidad científica, resguardando siempre los principios éticos básicos. Este documento fue firmado por todos aquellos cuidadores que aceptaron la participación del menor en esta investigación.

Se llevó a cabo un pilotaje, realizado por las cinco investigadoras del presente estudio y supervisado por una tutora experta en el tema, a través del cual se obtuvo la práctica necesaria para la correcta aplicación de los distintos exámenes audiológicos, además de igualar los criterios de aplicación entre las integrantes del grupo investigativo.

El procedimiento seleccionado para comparar el desempeño de los dos grupos de menores en estudio (con y sin Trastorno del Lenguaje), es la medición de TEOAEs bilaterales con ES contralateral. Para la evocación de dichas OAEs se utilizaron ipsilateralmente 500 estímulos click, a 85 dB SPL y un ruido blanco contralateral a 60 dB SPL entregado al paciente

mediante un fono. Se consideraron los valores absolutos de la OAEs para cada banda frecuencial.

Inmediatamente antes de la realización del examen propiamente tal, fueron entregadas indicaciones verbales a los menores, estas fueron mantener silencio, respirar idealmente por la nariz, permanecer sentados y tranquilos, no respirar con esfuerzo e idealmente no tragar mientras se medían las TEOAEs, para que los cambios en el nivel de ruido y de presión no afectasen las mediciones de las mismas. Posteriormente se procedió a escoger la oliva adecuada en cuanto al tamaño del CAE de cada niño, para garantizar el correcto cierre hermético del mismo. Cabe destacar que los padres o cuidadores tuvieron la posibilidad de ingresar a la cámara audiométrica durante la realización de los exámenes mencionados, pero solicitándoles mantener silencio.

Al finalizar la totalidad de los exámenes audiológicos en cada menor, se procedió a un exhaustivo análisis de los resultados de los mismos, generando posteriormente un documento informativo y conciso sobre la interpretación de estos resultados. De esta manera, se realizó un informe audiológico por cada uno de los menores evaluados en la investigación, independiente si éste formaba parte del grupo control o caso o incluso, si se encontraba fuera de la muestra. El informe fue diseñado especialmente para los padres/cuidadores de los menores, a quienes se les entregó el documento.

## 6.7. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Los datos registrados en los siguientes instrumentos de recolección fueron utilizados, en primer lugar, para conocer a los menores que incluirían la muestra del presente estudio, y posteriormente, para incluir a los menores seleccionados dentro de cada grupo, caso y control, a través de los distintos criterios de selección.

Los datos utilizados para el análisis estadístico fueron registrados a través de fotografías de los resultados de los exámenes, estos datos fueron posteriormente transcritos en tablas realizadas en Microsoft Excel 2010, las cuales incluyeron datos sobre el valor de la amplitud de las TEOAEs por banda de frecuencia (0.5-1.5 KHz/ 1.5-2.5 KHz/ 2.5-3.5 KHz/ 3.5-4.5 KHz/ 4.5-5.5 KHz) obtenidas en el oído derecho con y sin aplicación de ruido contralateral y en el oído izquierdo con y sin aplicación de ruido contralateral.

#### 6.7.1. Anamnesis

Se le solicitó al tutor de cada menor realizar el llenado a conciencia de esta ficha, en la cual se preguntó sobre antecedentes relevantes a conocer, para la posterior evaluación audiológica (Anexo 2).

#### 6.7.2. Otoscopía

Se utilizó el protocolo de registro adjunto, "PROTOCOLO AUDIOMETRÍA – IMPEDANCIOMETRÍA – OAEs/ES" (Anexo 3), donde se indicó la normalidad o anormalidad (presencia de tapón de cerumen, alteraciones del CAE, imagen timpánica alterada, etc.) de cada oído externo, derecho e izquierdo.

#### 6.7.3. Audiometría tonal liminar

Se utilizó el protocolo de registro adjunto, "PROTOCOLO AUDIOMETRÍA – IMPEDANCIOMETRÍA – OAEs/ES" (Anexo 3), donde se registró los umbrales en decibeles en cada frecuencia evaluada (500, 1000, 2000 y 4000 Hz). Además se incluyó el valor de los promedios tonales puros (PTP) de la vía aérea para cada oído, derecho e izquierdo.

#### 6.7.4. Impedanciometría (con reflejos ipsi y contralaterales)

Se utilizó el protocolo de registro adjunto, "PROTOCOLO AUDIOMETRÍA – IMPEDANCIOMETRÍA – OAEs/ES" (Anexo 3), donde se registró el tipo de curva timpanométrica, el volumen del CAE y la compliance de cada oído por separado, derecho e izquierdo. Además se incluyen los reflejos ipsi y contralaterales de ambos oídos, separados por frecuencias (500Hz, 1000Hz, 2000Hz y 4000Hz.), los cuales fueron registrados como presentes o ausentes.

#### 6.7.5. Otoemisiones Acústicas

Se utilizó el protocolo de registro adjunto, "PROTOCOLO AUDIOMETRÍA – IMPEDANCIOMETRÍA – OAEs/ES" (Anexo 3), donde se registró la presencia y ausencia de TEOAEs con y sin ruido contralateral en el oído derecho e izquierdo.

Finalmente, los datos obtenidos de cada uno de los menores participantes del estudio fueron distribuidos en la tabla realizada en Microsoft Excel 2010 presente en el Anexo 4, organizando de este modo las distintas características y variables del presente estudio.

## 6.8. MATERIALES

Para la realización de este estudio fueron utilizados los siguientes materiales:

- Otoscopio Riester e-scope: Modelo blanco con luz directa halógena, con distintos tamaños de conos utilizados de acuerdo a la dimensiones del CAE de cada menor para la realización de la Otoscopía.
- Interacoustic AC40: Equipo utilizado para la medición de los umbrales tonales, a través de un tono Warble para facilitar la discriminación de cada menor. Posee dos canales independientes, pantalla LCD en la que las opciones numéricas del audiograma están a la vista, un pulsador para conocer las respuestas del paciente, un micrófono para el paciente y para el evaluador, auriculares audiométricos y parlantes.
- Madsen Zodiac 901: Equipo utilizado para la realización de la timpanometría y la medición de los reflejos acústicos uni y contralaterales. Este modelo posee la opción de realizar los exámenes de forma manual o automática. Esta última fue seleccionada para el estudio debido a que presenta una menor duración, donde solo fue necesario seleccionar el oído evaluado antes de cada examen.
- Maico MA41 portátil: Audiómetro portátil que proporciona pruebas aéreas, ósea y voz y tiene la capacidad de accionar dos altoparlantes de campo libre sin un amplificador adicional. Este instrumento es compatible con NOAH (almacenamiento y transferencia de datos) e incluye una interfaz RS232 incorporada para transferir datos a una computadora. Este equipo fue utilizado para la aplicación de ruido en el oído contralateral en la medición del Efecto de Supresión de las TEOAes.
- Dpoaes interacoustics plataforma eclipse: La plataforma utilizada para medir las OAEs presenta módulos independientes para el análisis de otoemisiones acústicas de productos de distorsión (DPOAE20) y otoemisiones acústicas transitorias (TEOAE25).

Ambos módulos poseen una sonda ligera, con un nivel de ruido interno muy bajo, visualización de rechazo de ruido a través de barras rojas y verdes para indicar los niveles de ruido y señal, control de inserción de sonda para verificar que la sonda ha sido correctamente ubicada y marcas de validez para determinar que cada OAE válida ha sido detectada.

- **Cámara Silente:** Fue utilizado el laboratorio de Audiología de la Facultad de Medicina Norte de la Universidad de Chile, el cual se encuentra sonoaislado y sonoamortiguado, tanto en las paredes como en el suelo, con materiales de bajo coeficiente de reflexión y alto coeficiente de absorción sonora, al igual que la cámara silente ubicada dentro de este laboratorio. Además poseen sistema de ventilación, sello de las puertas e interacción visual con el paciente.

## 6.9. PLAN DE TABULACIÓN

Los datos obtenidos de cada uno de los menores participantes del estudio serán tabulados, a modo de organización en la tabla realizada en Microsoft Excel 2010, presentada en el Anexo 4. En esta se consideraron las variables: Sujeto, Grupo, Género, Banda, Relación Señal/Ruido del Oído Derecho (OD SR), Relación Señal/Ruido del Oído Derecho con ruido contralateral (OD Ruido SR), Relación Señal/Ruido del Oído Izquierdo (OI SR), Relación Señal/Ruido del Oído Izquierdo con ruido contralateral (OI Ruido SR), Diferencia entre OD Ruido SR y OD SR y Diferencia entre OI Ruido SR y OI SR. Estos datos fueron clasificados con valores numéricos para facilitar la realización automática de los cálculos y de las tablas de análisis de datos por parte del programa estadístico SPSS.

Para la consignación de los datos se utilizó una codificación numérica, representada de la siguiente forma:

- La variable Sujeto se enumeró del 1 al 14 para representar cada uno de los sujetos de la muestra.
- Para la variable Grupo se utilizó la numeración 1 para el grupo control y 2 para el grupo caso.
- En cuanto al Género, se consideró 1 para género femenino y 2 para género masculino.
- La variable Bandas fue representada enumerándola como 1, 2, 3, 4 y 5 para referirse respectivamente a las bandas 0.5-1.5 Hz, 1.5-2.5 Hz, 2.5-3.5 Hz, 3.5-4.5 Hz, 4.5-5.5 Hz.
- Los valores de las TOEAs se consignaron de acuerdo al valor de la relación de señal ruido para cada Banda, las cuales se dividieron por oído derecho e izquierdo y cada oído se consignó en diferentes casillas para representar si el valor se obtuvo en presencia o ausencia de estimulación con ruido contralateral, estableciéndose cuatro columnas en las que se registró OD SR, OD Ruido SR, OI SR y OI Ruido SR.
- Se calculó la Diferencia entre OD SR y OD Ruido SR y la Diferencia entre OI SR y OI Ruido SR.

## VII. ANÁLISIS DE DATOS

Se realizó el análisis estadístico de los datos recopilados a través de pruebas no paramétricas, debido al reducido tamaño muestral de este estudio. Dentro de estas pruebas fueron utilizadas la prueba de los rangos con signos de Wilcoxon (W de Wilcoxon) para 2 muestras relacionadas y la prueba de Mann - Whitney (U de Mann-Whitney) para 2 variables independientes. Los resultados serán presentados mediante 6 tablas obtenidas a través del programa estadístico SPSS 15.0 para Windows (Versión 15.0.1- 22 de Nov. 2006).

Por otra parte es importante considerar que los datos presentados fueron considerados como relación Señal/Ruido, tal como fueron arrojados por el equipo en la medición de las TEOAEs, ya que también existe la posibilidad de expresar los datos a través del valor absoluto de estas mediciones.

En la tabla I se presentan los resultados estadísticos obtenidos en la comparación entre las TEOAEs sin ruido contralateral del grupo con Trastorno de Lenguaje y las TEOAEs sin ruido del grupo control, en cuyo valor no se observa diferencia estadísticamente significativa ( $p=0,596 \geq 0,05$ ;  $p=0,368 \geq 0,05$ ). Del mismo modo, al comparar las TEOAEs con ruido contralateral del grupo con Trastorno de Lenguaje y las TEOAEs con ruido del grupo control, los resultados no fueron estadísticamente significativos. Los datos se han obtenido considerando los oídos derechos e izquierdos en ambos grupos (28 oídos).

	<b>OAEs sin ruido contralatera I</b>	<b>OAEs con ruido contralatera I</b>
<b>Diferencia promedio entre grupos (S/R)</b>	5,15 dB	4,7 dB
<b>P</b>	0,596	0,368

Tabla I: Comparación de las TEOAEs con y sin ruido contralateral separadas por grupo caso y control.

Al realizar la comparación entre TEOAEs con ruido y TEOAEs sin ruido contralateral considerando el total de oídos evaluados (OD y OI) de ambos grupos, es decir, con un  $n=28$ , se obtienen diferencias estadísticamente significativas entre ambas emisiones ( $p=0,001 \leq 0,05$ ), lo que indica la presencia de ES (Gráfico 1).



Gráfico1: Comparación entre todas las TEOAEs con y sin ruido contralateral (ambos oídos).

La comparación entre la relación señal/ruido en ambos oídos arroja diferencias estadísticamente significativas ( $p=0,015 \leq 0,05$ ;  $p=0,023 \leq 0,05$ ), pero sin discriminar por grupo. En la siguiente tabla se presenta el promedio de la relación señal/ruido con y sin ruido contralateral en ambos oídos.

	Prom OD Ruido SR - Prom OD S/R	Prom OI Ruido SR- Prom OI SR
<b>X SR</b>	5 dB	3,6 dB
<b>p</b>	0.015	0.023

Tabla II: Comparación entre la relación del promedio (prom.) señal/ruido (S/R) con y sin ruido contralateral en ambos oídos.

Luego de analizar y confirmar la presencia de ES en función de la relación señal/ruido en cada uno de los oídos de los sujetos de ambos grupos de estudio por separado, se procedió a realizar la comparación estadística de los valores entre ambos grupos no siendo estadísticamente significativo ( $p=0,710 \geq 0,05$ ).

	<b>ES control</b>	<b>ES caso</b>	<b>X</b>
<b>X</b>	0,771428 57	0,328571 43	0,55
<b>p</b>			0,710

Tabla III: Comparación del ES entre ambos grupos de estudio.

En la tabla expuesta a continuación se presenta la comparación entre los resultados obtenidos en el OD del grupo control y los resultados obtenidos en el OD del grupo con TL. El mismo procedimiento se llevó a cabo con los datos obtenidos en el OI. Según la prueba estadística realizada en ambos oídos no existe diferencia significativa ( $p=0,572 \geq 0,05$ ;  $p=0,461 \geq 0,05$ ) entre las TEOAEs de ambos grupos en ninguno de los dos oídos.

Por otro lado compara el valor de la TEOAEs con ruido contralateral en ambos oídos sin hallar diferencias significativas en los distintos grupos de estudio ( $p=0,782 \geq 0,05$ ;  $p=0,715 \geq 0,05$ )

	<b>OD SR</b>	<b>OD Ruido SR</b>	<b>OI SR</b>	<b>OI Ruido SR</b>
<b>Grupo 1</b>	4,3 dB	5,1 dB	5,8 dB	3,9 dB
<b>Grupo 2</b>	5,7 dB	6,6 dB	4,8 dB	3,2 dB
<b>p</b>	0,572	0,782	0,461	0,715

Tabla IV: Comparación entre los grupos de estudio de todas las emisiones tomadas (OI SR, OD SR, OI Ruido SR y OD Ruido SR).

Al realizar una comparación entre las TEOAEs con y sin ruido contralateral en cada oído se observa que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre ambos grupos.

	<b>ES OD</b>	<b>ES OI</b>
<b>Grupo 1</b>	-0,8	2,4
<b>Grupo 2</b>	-0,9	1,6
<b>p</b>	0.8	2.179

Tabla V: Comparación entre los resultados de ambos oídos (OD-OI) con y sin ruido contralateral entre el grupo caso y control.

## VIII. DISCUSIÓN

El objetivo del presente estudio fue el comparar las TEOAEs con y sin ruido contralateral en niños con y sin Trastorno de Lenguaje, con el fin de evaluar el funcionamiento del Sistema Eferente Auditivo. Como se expuso anteriormente, se postula que una de las razones que explican el Trastorno de Lenguaje es el DPAC, el cual podría estar determinado por un funcionamiento deficiente del Haz Olivo-Coclear Medial. En estos niños este haz no modularía el comportamiento de las CCE para mejorar la recepción de las señales lingüísticas percibidas, las cuales debido a sus propiedades temporales y espectrales son de alta demanda para niños con este tipo de trastorno (Tallal, 1999). Otras investigaciones plantean que el Trastorno del Lenguaje es una manifestación del disturbio auditivo (Miller & Wagstaff, 2011). Leonard en 1992 (ASHA) expone que las afectaciones gramaticales son mayores en ambientes perceptualmente demandantes, aunque no existe consenso en este punto (Ludlow et al., 1983). Por otra parte se ha planteado que la afectación en la comprensión del lenguaje oral en ciertos trastornos neurológicos y del desarrollo podría tener un mayor impacto si el sujeto padeciera de DPAC (ASHA, 1996).

Una forma inocua y efectiva de evaluar el funcionamiento del Sistema Eferente se ha logrado a través de la utilización de OAEs con ES (Sininger & Cone-Wesson, 2004; John & Guinan, 2006), ya que la activación del Sistema Olivo-Coclear altera la micromecánica coclear, produciendo una reducción en la amplitud de las OAEs en presencia de ruido contralateral. Bajo esta premisa, Burguetti & Carvallo (2008) comparan ES de las OAEs en niños con DPAC y niños sin alteraciones del PAC, obteniendo valores menores de ES en el grupo con DPAC. También, ha sido posible correlacionar el desempeño en pruebas de escucha dicótica (PAC) y las OAEs con ES (Markevych, Asbjørnsen, Lind, Plante & Cone, 2011). Otros autores han hallado resultados inconsistentes al relacionar las tareas de habla en ruido con el ES (De Boer & Thornton, 2008; De Boer & Thornton, 2012).

En la presente investigación se observó la presencia del ES en ambos grupos de estudio, sin embargo, se manifiesta en los resultados una mayor amplitud de este efecto para los menores del grupo control, no obstante, la comparación de amplitud del ES entre el grupo con Trastorno de Lenguaje y sin Trastorno de Lenguaje no presentó diferencias estadísticamente significativas. Esto sugiere que no existiría diferencia en el funcionamiento del Sistema Eferente Auditivo entre ambos grupos, ya que el ES es un reflejo del funcionamiento de

este sistema. Existe literatura que apoya estos resultados, donde no se pesquisan diferencias significativas al comparar el ES entre dos grupos de estudio, con y sin Trastorno de Lenguaje. Clarke et al., en el 2006, realizaron un estudio en el cual se midió las OAEs con ES en un grupo de niños con TEL y otro sin éste, obteniendo resultados similares a los de la presente investigación. Ambos resultados insinúan que probablemente las OAEs con ES no tengan relación evidente con los Trastornos de Lenguaje que puedan padecer lo niños.

Numerosos estudios demuestran que es posible encontrar ES en oídos normales en los cuales los umbrales se ubican bajo los 20 dB y poseen una indemnidad en todas sus porciones (Van Zyl, Swanepoel & Hall III, 2009; Collet et al. citado en Alarcón, Bowen & Olivares, 2009). De la misma forma, en el presente estudio, al considerar la muestra completa sin diferenciarla por grupo (n=14) y considerando ambos oídos de cada integrante de la muestra (28 oídos) se evidencia el fenómeno mencionado.

Entre las razones que podrían explicar estos resultados, se encuentra el pequeño número de la muestra de la presente investigación, el cual debido a diversas razones no logró ser el esperado inicialmente. Algunas circunstancias que provocaron el reducido número de muestra fueron las diversas patologías auditivas que presentaron los evaluados, como tapones de cerumen (que hacían imposible la toma de OAEs), la inexistencia de reflejos acústicos o umbrales descendidos en niños que parecían poseer audición normal.

Una segunda variable que pudo interferir en la comprobación de la hipótesis del presente estudio, radica en motivos netamente metodológicos. La literatura menciona ciertos problemas al evaluar el Sistema Eferente Auditivo a través de las TEOAEs, ya que se ha indicado que el estímulo utilizado para este tipo de emisiones podría alterar el funcionamiento del sistema eferente de manera ipsilateral, encontrando ES menores o distintos a los encontrados a través de otros métodos. A pesar de esto, esta teoría no ha sido totalmente comprobada como un factor de alteración determinante en los resultados obtenidos en este tipo de exámenes (John & Guinan, 2006). De todas maneras, resultaría interesante comprobar esta hipótesis con un tipo de OAE evocada que involucre otro tipo de estímulo, como por ejemplo DPOAEs o OAEs Estímulo-Frecuencial.

El tercer aspecto que pudo haber interferido en los resultados, es la presencia de alguna contracción, por pequeña que esta sea, del músculo tensor del tímpano, el cual al

contraerse aumenta la impedancia del oído medio, dificultando la transmisión de las OAEs hacia el micrófono. John & Guinan, en el año 2006, plantean que los métodos utilizados actualmente para la detección de las contracciones de este músculo no son lo suficientemente sensibles, dejando encubiertas aquellas que se presentan entre los 60 y 65 dB SPL (John & Guinan, 2006).

Es bien sabido que las OAEs son muy alterables por el ruido ambiental, razón por la cual estas deben ser aplicadas en ambientes silenciosos, de preferencia dentro de una cámara silente. Sería importante evaluar como afectó el ruido ambiental en la toma de estas muestras, el cual pudo haber alterado el resultado de la OAEs con y sin ruido contralateral. A pesar de que al comenzar la realización de los exámenes se instruía a los participantes y sus acompañantes a guardar el mayor silencio y tranquilidad motora posible, muchas veces existieron ciertos ruidos difíciles de controlar por parte de los evaluadores, debido a la curiosidad, agitación, ansiedad propia frente a lo desconocido, problemas respiratorios (que forman parte de un factor esperado para la época del año) y algunos malos hábitos orales como la respiración oral, entre otros, que no permitieron seguir el curso de los exámenes de la manera más óptima.

Cabe destacar que la literatura expone la existencia de una preponderancia funcional, aunque bastante sutil, respecto al desempeño auditivo respecto a las OAEs del oído derecho por sobre el oído izquierdo, a la que se denomina lateralidad auditiva (Robinette citado en Werner, 2006). Dicho aspecto sería un importante factor a considerar como parte de los objetivos de futuras investigaciones, debido a que se ha planteado la posibilidad de una asociación entre la amplitud de las TEOAEs y la lateralidad auditiva. La información existente en relación a este tema sugiere la presencia de una mayor sensibilidad auditiva en el oído derecho por sobre la observada en el oído izquierdo (Robinette citado en Werner, 2006). En la presente investigación no se consideró la lateralidad auditiva que presentaban los sujetos que conforman la muestra de estudio como un objetivo a investigar, sin embargo, se observa una diferencia al comparar la amplitud de las TEOAEs del oído derecho e izquierdo de toda la muestra del presente estudio, sin diferenciarla entre grupo control y caso, presentándose una tendencia de una mayor amplitud a favor de las TEOAEs registradas en el oído izquierdo, contradiciendo a lo encontrado en la literatura.

Una relación interesante de destacar es la existente entre las TEOAEs y el género de los sujetos, debido a que en el presente estudio se observó una clara tendencia a presentar

mayor amplitud en las TEOAEs de las mujeres con respecto a aquellas presentes en los hombres. Werner (2006) plantea que según esta relación todas las evaluaciones o exámenes auditivos, como las audiometrías, impedanciometrías y potenciales evocados, presentarían mejores resultados en el sexo femenino que en el sexo masculino, debido a la existencia de una mayor sensibilidad auditiva en las mujeres, lo que provocaría un mejor desempeño auditivo en aquellas pruebas, y una menor sensibilidad auditiva, aunque sutil y sin manifestación clínica, en el sexo masculino, pudiendo esto afectar el rendimiento de este género en las TEOAEs, lo que incidiría en el aumento de la brecha entre la diferencia existente en el rendimiento auditivo en las TEOAEs.

El mismo autor refiere que en lo que respecta a las TEOAEs, se ha observado una mayor amplitud de las OAEs en mujeres, siendo esto más evidente en aquellas espontáneas y TEOAEs que en las DPOAEs, esta aseveración se basa en diversos factores, como lo es el aspecto anatómico según el cual la distinta longitud de la cóclea entre ambos sexos explicaría el mejor desempeño auditivo existente en las mujeres; otro aspecto referido como causal de esta diferencia tiene relación con un factor fisiológico, específicamente relacionado con las características hormonales, las que pudieran estar afectando de alguna manera a los neurotransmisores, también debido a temperatura corporal y las variaciones clínicas que este aspecto presenta en el género femenino. Por otra parte, existe información relevante respecto a la mayor prevalencia de las OAEs espontáneas en las mujeres, las que aumentarían la amplitud de las TEOAEs cuando las frecuencias de ambas emisiones coinciden en su aparición (Werner, 2006).

Otro tópico interesante de evaluar en futuras investigaciones es la correlación que existe entre este tipo de exámenes, que miden el funcionamiento del Sistema Eferente Auditivo, con tareas que midan el procesamiento de las señales en tareas que involucren alguna de las funciones de este sistema, por ejemplo tareas de habla en ruido, en las cuales debe existir una reducción del efecto de enmascaramiento producido por ruido u otros tonos (Délano, Robles & Robles, 2005; Suárez & Velluti, 2001) o tareas de localización de los sonidos (Irving, Moore, Liberman & Sumner, 2011); ya que los resultados encontrados en otras poblaciones no han sido concluyentes (Yalcinkaya, Yilmaz & Muluk, 2010; Bar-Haim, Henkin, Ari-Even-Roth, Tetin-Schneider, Hildesheimer & Muchnik, 2004; Garinis, Glatke & Cone-Wesson, 2008; Clarke, Ahmed, Parker & Adams, 2006). De la misma manera, el equipo investigador cree que sería positivo realizar otro tipo de pruebas electroacústicas complementarias, como los potenciales

evocados de media y larga latencia, para evaluar si existen variaciones entre los distintos grupos, ocasionadas por alteraciones en el funcionamiento de otros sistemas neurales auditivos y/o si los resultados involucran otro tipo de funciones complementarias a la audición propiamente tal.

Finalmente, es importante destacar que los resultados del presente estudio no son más que un acercamiento como apoyo a una larga búsqueda que queda por delante en relación a encontrar posibles explicaciones que logren aclarar lo que ocurre en los menores con Trastornos del Lenguaje. Queda aún mucho por investigar en relación al tema que genera este estudio, por lo que las investigadoras sugieren que próximos trabajos sean realizados con un mayor número de muestra y que variables metodológicas y prácticas sean mayormente controladas para obtener resultados más fidedignos.

## IX. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos a partir del análisis estadístico aplicado podemos determinar que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los valores de OAEs con ES entre ambos grupos de estudio, con y sin Trastorno de Lenguaje, a pesar de que si existe Efecto Supresión al momento de considerar el total de la muestra. Por lo tanto, podemos concluir que se rechaza la hipótesis de que los menores de 4.0 años a 6.6 años que padecen Trastorno del Lenguaje presentan diferencias significativas en la prueba de OAEs de tipo Transientes (TEOAEs) con ES, comparado con aquellos niños entre 4.0 años a 6.6 años que no poseen Trastorno del Lenguaje.

## X. BIBLIOGRAFÍA

- Ajith, U., Vanaja, S., (2004). *Functioning of Olivocochlear Bundle and Speech Perception in Noise*. Ear & Hearing, Vol. 25 No. 2, 142-146.
- Alarcón, E., Bowen, M., Olivares, C. (2009). *Estudio del efecto supresión del ruido sobre las otoemisiones acústicas transientes*. Seminario de Investigación no publicado. Facultad de Medicina, Universidad de Chile.
- American Speech-Language-Hearing Association (1996). *Central Auditory Processing: Current Status of Research and Implications for Clinical Practice*.
- APA (2000). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders. DSM-IV-TR*. Washington, DC: American Psychiatric Association. Traducción española DSM-IV-TR Manual Diagnóstico y Estadísticos de los Trastornos Mentales. Barcelona: Masson.
- Arslan, R., Örzadamar, Ö., Ülgen, Y. (2001). Método de substracción digital para el registro de emisiones otoacústicas evocada por transientes con supresión ipsilateral de ruido: Una aplicación para la reducción de artefactos en el estímulo. *Audiology*, 55-62
- Artigas, J., Rigau, E., García-Nonell, K. (2008). Protocolos Diagnóstico Terapéuticos de la AEP: Neurología Pediátrica. *Asociación Española de Pediatría*, 24, 178-181.
- Balatsouras, D., Kaberos, A., Kloutsos, G., Economou, N., Sakellariadis, V., Fassolis, A., Korres, S. (2006) Correlation of transiently evoked to distortion-product otoacoustic emission measures in healthy children. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 70(1), 89-93.
- Ballesterro, J., Zorrilla de San Martín, J., Goutman, J., Elgoyhen, A., Fuchs A., Katz, A., (2011). Short term synaptic plasticity regulates the level of olivocochlear inhibition to auditory hair cells. *J Neurosci*, 31(41), 14763–14774.
- Bar-Haim Y., Henkin Y., Ari-Even-Roth D., Tetin-Schneider S., Hildesheimer M. Muchnik, C. (2004). Reduced auditory efferent activity in childhood selective mutism. *Society of Biological Psychiatry*, 55, 1061–1068.

- Burguetti, F., Carvalho, R. (2008). Efferent auditory system: its effect on auditory processing. *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia*, 74(5), 737-745.
- Catts, H. (1993). The relationship between speech-language impairments and reading disabilities. *Journal of Speech and Hearing Research*, 36 (5) 948–958.
- Čeponienė, R., Cummings, A., Wulfeck, B., Ballantyne, A., Townsend, J. (2009). Spectral vs. temporal auditory processing in specific language impairment: A developmental ERP study. *Brain and Language*. 110(3) 107-120.
- Clarke, E., Ahmed, A., Parker, D., Adams, C. (2006). Contralateral Suppression of Otoacoustic Emissions in Children with Specific Language Impairment. *Ear & Hearing*, 27(2), 153-160.
- Chomsky N. (1972). *El lenguaje del niño*. Nueva York: Harcourt Brace Jovanovich.
- Chomsky N. (1972). *Language and mind*. Nueva York: Harcourt Brace Jovanovich.
- Délano, P., Robles, I., Robles, L. (2005). Sistema Eferente Auditivo. *Rev. Otorrinolaringol. Cir. Cabeza Cuello*, 65, 55-62.
- De Boer, J.; Thornton, R. (2008). Neural Correlates of Perceptual Learning in the Auditory Brainstem: Efferent Activity Predicts and Reflects Improvement at a Speech-in-Noise Discrimination Task. *The Journal of Neuroscience*, 28(19) 4929–4937.
- De Boer, J.; Thornton, R. (2012). What is the role of the medial olivocochlear system in speech-in-noise processing? *The Journal of Neuroscience*, 107(5), 1301-12.
- De Sebastián, G. (1999). *Audiología Práctica*. 5ta edición. Editorial Médica Panamericana.
- Garinis, A., Glatke, T., Cone-Wesson, B. (2008). TEOAE suppression in adults with learning disabilities. *International Journal of Audiology*, 47(10), 607-608.

- Gerrits, E., De Bree, E., (2009). Early language development of children at familial risk of dyslexia: Speech perception and production. *Journal of Communication Disorders*, 42 (3), 180-194.
- Gillam, R.B., Hoffman, L.M. (2003). Information processing in children with specific language impairment. *Classification of Developmental Language Disorders: Theoretical Issues and Clinical Implications*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum, 137-157.
- Giraud, A., Collet, L., Chéry-Croze, S., Magnan, J., Chays, A., (1995). Evidence of a medial olivocochlear involvement in contralateral suppression of otoacoustic emissions in humans. *Brain Research*, 705, 15-23.
- Gkoritsa, E., Korres, S., Segas, I., Xenelis, I., Apostolopoulos, N., Ferekidis, E. (2007). Maturation of the auditory system: 2. Transient otoacoustic emission suppression as an index of the medial olivocochlear bundle maturation. *International Journal of Audiology*, 46(6), 277-278.
- Irving, S., Moore, D., Liberman M., Sumner, C. (2011). Olivocochlear Efferent Control in Sound Localization and Experience-Dependent Learning. *J Neurosci*, 31(7): 2493–2501.
- John, J., Guinan, Jr., (2006). *Olivocochlear Efferents: Anatomy, Physiology, Function, and the Measurement of Efferent Effects in Humans*. Ear & Hearing. Vol. 27 No. 6, 589-607.
- Jórdan, M., Barroso, J., Brun, C., Dorado, M., García, A., Matín, P., Nieto, A. (2005). Trastornos del lenguaje en *Trastornos del lenguaje y la memoria*. Barcelona, España: Editorial UOC.
- Katz, J. (2002). Central Auditory Processing en *Handbook of Clinical Audiology*. Maryland, USA: Lippincott Williams & Wilkins.
- Leonard, L., McGregor, K., Allen, G. (1992). Grammatical morphology and speech perception in children with specific language impairment. *J Speech Hear Res*, 35, 1076-1085.

- Leonard, L.B., Eyer, J., Bedore, L., Grela, B. (1997). Three accounts of the grammatical morpheme difficulties of English-speaking children with specific language impairment. *J Speech Lang Hear R*, 40, 741-753.
- Markevych, V., Asbjørnsen, A., Lind, O., Plante, E., Cone, B. (2011). Dichotic listening and otoacoustic emissions: Shared variance between cochlear function and dichotic listening performance in adults with normal hearing. *Brain and Cognition*, 76 (2) 332-339.
- Miller, C; Wagstaff, D. (2011). Behavioral profiles associated with auditory processing disorder and specific language impairment. *Journal of Communication Disorders*, 44 (6),745-763.
- Narbona, J.; Chevie-Muller, C. (2001). Modelos psicolingüísticos del desarrollo del lenguaje. *El lenguaje del niño. Desarrollo normal, evaluación y trastornos*. Barcelona, España: Ediciones Elsevier Masson.
- Oller DK., Lynch M. (1993). Infants vocalization and innovation in infraphonology: toward a broader theory of development and disorders. *Phonological development*. 509-536. York Press, Parkton MD.
- Oller DK. (1980). The emergence of the sounds speech in infancy. En Yeni-Komshiam: *Child Phonology*, vol. 1. *Production*. Nueva York: Academic Press.
- Pavlovčinová, G., Jakubíková, J., Trnovec, T., Lancz, K., Wimmerová, S., Šovčíková, E., Palkovičová, L. (2010). A normative study of otoacoustic emissions, ear asymmetry, and gender effect in healthy schoolchildren in Slovakia. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 74(2), 173-177.
- Pendemonte, M., Narins, P. (1999). Las células ciliadas de la cóclea, un ejemplo de transducción bidireccional. *Actas de Fisiología*. 5: 79-107.

- Piaget J. (1945). *La formation du symbole Chez L'Enfant*. Neuchâtel: Delachaux et Niestlé.
- Psillas, G., Psifidis, A., Antoniadou-Hitoglou, M., Kouloulas, A. (2006). Hearing assessment in pre-school children with speech delay. *Auris Nasus Larynx*, 33(3), 259-263.
- Rapin, I., Allen, D. A. (1983). Developmental language disorders: Nosology considerations. *Neuropsychology of language, reading and spelling*. New York: Academic Press.
- Sanders, L., Stevens, C., Coch, D., Neville, H (2006). Selective auditory attention in 3- to 5-year-old children: An event-related potential study. *Neuropsychologia*, 44(11) 2126-2138.
- Sininger, Y., Cone-Wesson, B. (2004). Asymmetric Cochlear Processing Mimics Hemispheric Specialization. *Science*, 305 (5690), 1581.
- Stark, R., Tallal P. (1981). Selection of children with specific language deficits. *Journal of speech and hearing disorders*, 46, 114-122.
- Stuart, A., Butler, A., (2012). Contralateral Suppression of Transient Otoacoustic Emissions and Sentence Recognition in Noise in Young Adults. *J Am Acad Audiol* 23:686–696.
- Suárez, H., Velluti, R., (2001). *La cóclea. Fisiología y Patología*. Montevideo, Uruguay: Ediciones Trilce.
- Tallal, P. (1999). Children with language impairment can be accurately identified using temporal processing measures: A response to Zhang and Tomblin. *Brain and language*, 65, 395-403.
- Tallal, P. (2000). Experimental studies of language learning impairments: From research to remediation. *Speech and language impairments in children: Causes, characteristics, intervention and outcome*. Hove, U.K.: Psychology Press, 131-155.

- Uribe, R., Durand, J. (2005). Bases técnicas y fisiológicas de las emisiones otoacústicas transitorias. *Otorrinolaringología*, 50(4): 103-111.
- Van Zyl, A., Swanepoel, D., Hall III, J. (2009). Effect of prolonged contralateral acoustic stimulation on transient evoked otoacoustic emissions. *Hearing Research*, 254, 77–81.
- Velenovsky, D., Glatke, T. (2002). The effect of noise bandwidth on the contralateral suppression of transient evoked otoacoustic emissions. *Hearing Research*, 164, 39-48.
- Vila, Ig. (1992). Adquisición del lenguaje en *Desarrollo Psicológico y educación*. Madrid: Alianza Editorial.
- Vinter S. (1994). L'émergence du langage de l'enfant déficient auditif: Des premiers sons aux premiers mots. Masson, París.
- Vink, B., Van Cauwenberge, P., Corthals, P., De Vel, E. (1998). Multi-variant Analysis of Otoacoustic Emissions and Estimation of Hearing Thresholds Transient Evoked Otoacoustic Emissions. *Audiology*, 37 (6), 315.
- Werner, A. (2006). *Teoría y práctica de las Otoemisiones Acústicas*. 2da edición. Buenos Aires: Edimed.
- Williams, E., Brookes, G., Prasher, D. (1993). Effects of contralateral acoustic stimulation on otoacoustic emissions following vestibular neurectomy. *Scandinavian Audiology*, 22 (1) 197-203.
- Yalcinkaya, F.; Yilmaz, S.T., Muluk, N.B. (2010). Transient evoked otoacoustic emissions and contralateral suppressions in children with auditory listening problems. *Auris Nasus Larynx*, 37(1), 47-54.

## XI. ANEXOS

## ANEXO 1: Carta de Consentimiento Informado



UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE MEDICINA  
ESCUELA DE FONOAUDIOLÓGÍA

CONSENTIMIENTO INFORMADO

## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:

Estudio de las otoemisiones acústicas con efecto de supresión en niños con y sin trastorno de lenguaje.

## INVESTIGADORES RESPONSABLES:

Flga. Ximena Hormazábal RUT: 12.696.372-6

Profesor asistente, Escuela de Fonoaudiología, Facultad de Medicina, Universidad de Chile.

Catalina Díaz Pino, Nicole Grasset González, Natalia Magnere Hidalgo, Constanza Navarrete Molina y Pamela Vidal Mendoza.

Alumnas IV<sup>o</sup> año de Fonoaudiología, Facultad de Medicina, Universidad de Chile.

Lea atentamente los puntos que a continuación se detallan antes de firmar este consentimiento, de modo que no existan dudas acerca de su participación en esta investigación.

1.- Se me ha solicitado que el menor a mi cargo participe en un proyecto de investigación que busca obtener valores en dB de la disminución de la amplitud promedio de las otoemisiones acústicas transientes (TEOAEs) luego de la aplicación de un ruido contralateral en sujetos normoyentes de 5 años 0 meses a 6 años 11 meses.

2.- Las pruebas de esta investigación se realizarán en el laboratorio de audiolgía de la Escuela de Fonoaudiología, en la facultad de Medicina de la Universidad de Chile.

Entiendo que todas las pruebas a las cuales el menor será sometido(a), no representan ningún riesgo para la salud y no producen dolor al ser llevadas a cabo.

3.- El beneficio de participar en este estudio es conocer el estado en que se encuentra la audición del menor, recibiendo un informe sobre éste y seré orientado de acuerdo a los resultados obtenidos.

4.- La participación del menor en este estudio es voluntaria y gratuita.

5.- Entiendo que podré retirar al menor de este estudio en cualquier momento, incluso sin dar razones y sin perjuicio alguno.

6.- Entiendo que los resultados de este estudio pueden ser publicados, pero el nombre del menor no será revelado, permaneciendo sus datos (clínicos y experimentales) en forma confidencial, a menos que yo lo explicito por escrito.

7.- Mi consentimiento es libre y gratuito, está dado voluntariamente y no he sido forzado u obligado. Cualquier pregunta que yo quiera hacer en relación a la participación del menor antes de iniciarse el estudio, durante o al final de éste, será contestada en forma oral o escrita por alguna de las investigadoras responsables.

Firmo este documento de consentimiento luego de considerar que me han respondido adecuadamente todas las dudas que pudiese haber tenido y han considerado mis observaciones.

Declaro que he sido informado:

En forma oral

En forma escrita

\_\_\_\_\_  
FIRMA DEL INVESTIGADOR

\_\_\_\_\_  
FIRMA DEL PACIENTE

FECHA \_\_\_\_\_

## ANEXO 2: Ficha de Antecedentes para Anamnesis.

Antecedentes Personales

Nombre del menor: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_ Fecha de Nacimiento: \_\_\_\_\_

El niño ha presentado otitis en forma repetitiva: Si \_\_\_ No \_\_\_

Nº de veces: \_\_\_\_\_

El menor padece o ha padecido otras enfermedades auditivas: Si \_\_\_ No \_\_\_

Cuál (es) \_\_\_\_\_

El menor presenta o ha presentado dificultades de lenguaje: Si \_\_\_ No \_\_\_

El menor ha asistido a Escuela de Lenguaje: Si \_\_\_ No \_\_\_

El menor participa de Proyecto de Integración en su Colegio: Si \_\_\_ No \_\_\_

En su familia existen o han existido problemas auditivos: Si \_\_\_ No \_\_\_

Cuál (es) y quién (es) lo padece (n) \_\_\_\_\_

Alguno de sus familiares presenta o ha presentado problemas de lenguaje: Si \_\_\_ No \_\_\_

Cuál (es) y quién (es) lo padece (n) \_\_\_\_\_

## ANEXO 3: PROTOCOLO AUDIOMETRÍA – IMPEDANCIOMETRÍA – OAEs/ES.

  
**ANEXO 3: PROTOCOLO AUDIOMETRÍA – IMPEDANCIOMETRÍA – OAEs/ES.**

**PROTOCOLO  
AUDIOMETRÍA – IMPEDANCIOMETRÍA – OAEs/ES**

NOMBRE : \_\_\_\_\_  
 EDAD : \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_  
 EXAMINADOR: \_\_\_\_\_

Audiometría	OD	OI
500		
1000		
2000		
4000		

PTP	OD	OI
AEREO		
OBSERVACIONES:		
_____		
_____		
_____		

Timpanometría	OD	OI
Curva		
Compliance		
Vol CAE		

OAE	OD	OI
sin E8		
Con E8		

Reflejos	OD	OI
Frecuencia		

OTOSCOPIA	
Op	Oi

\_\_\_\_\_  
**FIRMA EXAMINADOR**

[Escribir texto]

## ANEXO 4: PLAN DE TABULACIÓN

Sujeto	Grupo	Género	Banda	OD SR	OD Ruido SR	ES OD	OI SR	OI Ruido SR	ES OI
1	1	1	1	-4	-7	3	-5	-9	4
1	1	1	2	12	9	3	6	-1	7
1	1	1	3	4	2	2	11	9	2
1	1	1	4	0	2	-2	14	8	6
1	1	1	5	-2	-9	7	10	5	5
2	1	1	1	7	9	-2	15	12	3
2	1	1	2	10	16	-6	15	12	3
2	1	1	3	15	9	6	19	15	4
2	1	1	4	13	10	3	13	8	5
2	1	1	5	2	6	-4	7	7	0
3	1	1	1	3	-2	5	5	0	5
3	1	1	2	9	8	1	5	3	2
3	1	1	3	4	7	-3	6	5	1
3	1	1	4	7	8	-1	4	4	0
3	1	1	5	1	-3	4	0	2	-2
4	1	2	1	-4	5	-9	-5	1	-6
4	1	2	2	-1	12	-13	8	7	1
4	1	2	3	0	13	-13	9	8	1
4	1	2	4	0	11	-11	9	9	0
4	1	2	5	-5	4	-9	9	6	3
5	1	2	1	0	-4	4	-4	-6	2
5	1	2	2	4	3	1	5	0	5
5	1	2	3	10	8	2	11	11	0
5	1	2	4	4	2	2	-2	-1	-1
5	1	2	5	-6	-8	2	-5	-8	3
6	1	2	1	7	4	3	6	-3	9
6	1	2	2	11	13	-2	11	6	5
6	1	2	3	15	14	1	12	11	1
6	1	2	4	12	12	0	4	1	3
6	1	2	5	9	7	2	0	1	-1
7	1	2	1	-4	-2	-2	2	-4	6
7	1	2	2	8	8	0	1	1	0
7	1	2	3	3	6	-3	9	3	6
7	1	2	4	4	4	0	5	3	2
7	1	2	5	3	3	0	-6	-5	-1
8	2	1	1	1	1	0	1	-3	4

8	2	1	2	9	7	2	4	6	-2
8	2	1	3	15	14	1	11	12	-1
8	2	1	4	9	7	2	11	9	2
8	2	1	5	3	2	1	4	-1	5
9	2	1	1	6	3	3	-2	-7	5
9	2	1	2	2	6	-4	5	1	4
9	2	1	3	3	3	0	6	1	5
9	2	1	4	12	8	4	-4	0	-4
9	2	1	5	-2	-4	2	-6	-7	1
10	2	1	1	10	8	2	5	3	2
10	2	1	2	18	18	0	16	12	4
10	2	1	3	16	14	2	14	14	0
10	2	1	4	23	22	1	11	12	-1
10	2	1	5	5	7	-2	9	5	4
11	2	1	1	17	17	0	12	4	8
11	2	1	2	18	20	-2	18	12	6
11	2	1	3	13	14	-1	14	13	1
11	2	1	4	13	14	-1	7	6	1
11	2	1	5	2	3	-1	0	-2	2
12	2	2	1	1	0	1	5	0	5
12	2	2	2	10	9	1	7	6	1
12	2	2	3	4	3	1	12	11	1
12	2	2	4	0	0	0	10	9	1
12	2	2	5	-2	-5	3	-4	-4	0
13	2	2	1	2	-2	4	-2	-4	2
13	2	2	2	6	5	1	5	-1	6
13	2	2	3	4	2	2	-1	0	-1
13	2	2	4	-1	3	-4	1	1	0
13	2	2	5	5	3	2	-4	-2	-2
14	2	2	1	-6	-3	-3	-6	-2	-4
14	2	2	2	-6	6	-12	0	2	-2
14	2	2	3	-4	5	-9	5	5	0
14	2	2	4	-2	15	-17	0	0	0
14	2	2	5	-6	5	-11	4	2	2

