



UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE MEDICINA  
ESCUELA DE FONOAUDIOLÓGÍA

HABILIDADES DE PROCESAMIENTO AUDITIVO EN NIÑOS  
CON TRASTORNO ESPECÍFICO DEL LENGUAJE DE 7 A 10  
AÑOS 11 MESES PERTENECIENTES A UN PROYECTO DE  
INTEGRACIÓN DE LA REGIÓN METROPOLITANA

INTEGRANTES: PAULA ARAYA ESTAY

MARCELA CASTRO NAVIA

KIMBERLI CUADRA ROJAS

RODRIGO GUERRERO TRONCOSO

TUTOR PRINCIPAL: DR. FLGO. ADRIÁN FUENTE CONTRERAS

TUTORA ASOCIADA: MAG. FLGA. MACARENA BOWEN MORENO

Santiago - Chile

2014





UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE MEDICINA  
ESCUELA DE FONOAUDIOLÓGÍA

HABILIDADES DE PROCESAMIENTO AUDITIVO EN NIÑOS  
CON TRASTORNO ESPECÍFICO DEL LENGUAJE DE 7 A 10  
AÑOS 11 MESES PERTENECIENTES A UN PROYECTO DE  
INTEGRACIÓN DE LA REGIÓN METROPOLITANA

INTEGRANTES: PAULA ARAYA ESTAY

MARCELA CASTRO NAVIA

KIMBERLI CUADRA ROJAS

RODRIGO GUERRERO TRONCOSO

TUTOR PRINCIPAL: DR. FLGO. ADRIÁN FUENTE CONTRERAS

TUTORA ASOCIADA: MAG. FLGA. MACARENA BOWEN MORENO

Santiago - Chile

2014

## **AGRADECIMIENTOS**

Quisiéramos agradecer a todos aquellos que de una u otra manera nos apoyaron durante el transcurso de esta investigación: a nuestro tutor Adrián Fuente por estar presente en los momentos que más lo necesitamos a pesar de la lejanía geográfica. A nuestra co-tutora Macarena Bowen por atendernos cada vez que la buscábamos dentro de la escuela. A la metodóloga Ilse López por recibirnos cada vez que acudimos a ella y darse el tiempo de contestar nuestras dudas. A la fonoaudióloga Paola Kaiser, a la parvularia Sandra Vargas y a todos quienes forman parte de los establecimientos educacionales participantes en nuestra investigación; gracias por abrirnos sus puertas, por confiar en nosotros y atender con la mejor disposición a nuestros requerimientos. Agradecemos a todos los niños participantes y sus familias, quienes confiaron en nosotros. A aquellos profesores de la escuela de Fonoaudiología de la Universidad de Chile que nos ayudaron en la búsqueda de colegios con PIE para poder realizar nuestra investigación, por sus permisos para ausentarnos de sus clases e incluso por simplemente escucharnos y compartirnos su experiencia en investigación. A Carmen Julia Coloma y Carlos Álvarez por su ayuda como lingüistas, al estadista Ariel Castro por sus enseñanzas y su tiempo. Gracias a Don David por siempre recibirnos con una sonrisa y por su disponibilidad, a Don Juanito por alegrar nuestras jornadas de trabajo y por su preocupación por nosotros más allá de la calidad de alumnos. Por último, a nuestras familias, parejas, amigos y compañeros por escucharnos, apoyarnos y darnos ánimo en todo momento.

¡Muchas gracias!

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>2. MARCO TEÓRICO</b>	3
2.1. Trastorno Específico del Lenguaje (TEL)	3
2.1.1. Definición de TEL y su semiología	
2.1.2. Criterios para la clasificación del TEL y subtipos del trastorno	
2.1.3. Teorías sobre la etiología del trastorno específico del lenguaje	
2.2. Procesamiento Auditivo (PA)	8
2.2.1. Reseña histórica y definición	
2.2.2. Procesos auditivos involucrados en el PA	
2.3. Trastorno del procesamiento auditivo (TPA)	14
2.3.1. Definición de TPA	
2.3.2. Diagnóstico de TPA	
2.4. Asociación entre TEL y TPA	20
2.4.1. Estudios de procesamiento temporal utilizando tareas psicoacústicas	
2.4.1.1. Resolución frecuencial	
2.4.2. Estudios a través de técnicas electrofisiológicas	
2.4.2.1. Tareas de escucha dicótica	
2.4.2.2. Interacción biaural	
2.4.3. ¿Relación causal entre TPA y TEL?	
<b>3. HIPÓTESIS</b>	30
<b>4. OBJETIVOS</b>	31
<b>5. MATERIAL Y MÉTODO</b>	32
5.1. Tipo de diseño	32
5.2. Variables	32
5.3. Descripción operacional de Objetivos y Variables	33
5.4. Población y grupo de estudio	36
5.5. Instrumentos	36
5.6. Procedimientos de selección de la muestra	37
5.7. Criterios de Exclusión	38
5.8. Criterios de Inclusión	39
5.9. Procedimientos para la obtención de datos	39
5.10. Instrumento de recolección de datos	42
<b>6. RESULTADOS</b>	44
6.1. Análisis estadístico descriptivo	46
6.1.1. Pruebas de selección de la muestra	
6.1.1.1. <i>Screening</i> Auditivo y Pruebas Audiológicas	
6.1.1.2. Test de Matrices Progresivas de Raven (escala coloreada)	
6.1.2. Pruebas de obtención de datos	
6.1.2.1. Pruebas Cognitivas y lingüísticas:	
6.1.2.1.1. Subpruebas Retención de dígitos WISC III	
6.1.2.1.2. Conners' CPT II	
6.1.2.1.3. Test de Comprensión de Estructuras Gramaticales (CEG)	
6.1.2.2. Pruebas de Procesamiento Auditivo	
6.1.2.2.1. Escucha Dicótica	
6.1.2.2.2. Resolución Temporal	

6.2. Análisis estadístico analítico	56
6.2.1. Comparación entre grupos (Mann Whitney U)	
6.2.1.1. Pruebas de procesamiento auditivo	
6.2.1.2. Comparación entre ambos grupos para las pruebas cognitivas y de lenguaje	
6.2.2. Correlaciones de Spearman para edad y procesamiento auditivo para cada grupo de sujetos (TEL y no TEL) por separado.	
6.2.3. Correlaciones de Spearman para pruebas de PA entre sí para cada grupo de sujetos (TEL y no TEL) por separado.	
6.2.4. Correlaciones de Spearman para pruebas cognitivas y pruebas de PA para cada grupo de sujetos (TEL y no TEL).	
6.3. Análisis de Covarianza ANCOVA	73
6.3.1. Correlaciones de Spearman entre pruebas.	
<b>7. DISCUSIÓN</b>	<b>76</b>
7.1. Diferencias entre los sujetos con TEL y sin TEL	76
7.1.1. Pruebas de PA	
7.1.2. WISC III y CPT II	
7.1.2.1. WISC III	
7.1.2.2. CPT II	
7.2. Correlaciones entre la edad, memoria de trabajo, atención y las pruebas de PA.	78
7.2.1. Edad y Procesamiento auditivo:	
7.2.2. Memoria de trabajo y procesamiento auditivo	
7.2.3. Atención y procesamiento auditivo	
7.3. Asociación entre lenguaje receptivo y rendimiento en pruebas de PA.	79
7.3.1. Correlación entre la edad y procesamiento auditivo y entre pruebas de procesamiento auditivo grupo control y estudio.	
7.4. Limitaciones del estudio.	81
<b>8. CONCLUSIONES</b>	<b>82</b>
<b>9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>84</b>
<b>10. ANEXOS</b>	<b>93</b>

## RESUMEN

Variados son los estudios que plantean una asociación entre el Trastorno Específico del Lenguaje (TEL) y alteraciones en el Procesamiento Auditivo (PA). Sin embargo, en la mayoría de estas investigaciones no se consideran algunas funciones cognitivas como la memoria de trabajo y la atención dentro de las variables que podrían influir en los resultados de las pruebas de PA en los niños con TEL.

Es por esto que el objetivo del presente estudio es el de determinar la existencia de una posible asociación entre TEL y rendimiento deficitario en un conjunto de pruebas de PA, considerando la memoria de trabajo y la atención como covariables.

Para ello, se comparó el rendimiento de 16 niños entre 7 años y 10 años 11 meses con diagnóstico de TEL, con el de 16 niños entre 7 años y 10 años 11 meses con desarrollo típico del lenguaje, mediante pruebas de procesamiento auditivo –dígitos dicóticos, bisílabos dicóticos y *adaptive test of temporal resolution* (ATTR) – y pruebas de evaluación cognitiva: retención de dígitos de la prueba WISC III y Conners' *continuous performance test II* (CPT II).

Los resultados indican que los niños con TEL presentan diferencias significativas (peores resultados) respecto al grupo control en memoria de trabajo, en el total del *span* de dígitos del WISC III, en los dígitos inversos y en bisílabos dicóticos test 1. Por otro lado, no hubo diferencias significativas en las pruebas de PA: bisílabos dicóticos test 2, dígitos dicóticos y ATTR. Tampoco se encontraron diferencias significativas en la evaluación cognitiva mediante dígitos directos de WISC III ni en CPT II.

## **ABSTRACT**

There are several research studies that suggest a connection between Specific Language Impairment (SLI) and Auditory Processing (AP) disorders. However, most of these studies do not consider some cognitive functions such as working memory and attention as variables that may influence on AP test results in children with SLI.

That is why, this study aims to determine the existence of a possible association between SLI and an impaired performance for a set of AP tests, considering working memory and attention as covariates.

In order to do this, a comparison was made between the performance of 16 children aged between 7 years and 10 years 11 months diagnosed with an SLI, and the performance of 16 children aged between 7 and 10 years 11 month with typical language development. The AP tests included in this study were comprised of dichotic digits, dichotic disyllabic words and adaptive test of temporal resolution (ATTR). Cognitive measures included the WISC III digit span and Conners' continuous performance test II (CPT II).

The results indicate that children with SLI differ significantly (worse results) from the control group for working memory ability, total score for the WISC III digit span, backward digit span and disyllabic dichotic test 1. In addition, there were no significant differences between SLI and control group children for the remaining AP tests: disyllabic dichotic test 2, dichotic digits and ATTR. Finally, no significant differences between groups were found for WISC III forward digit and Conners' CPT II scores.

## 1. INTRODUCCIÓN

El lenguaje en el ser humano presenta una gran complejidad, ya que al realizar un acto relacionado con éste se pone en marcha un conjunto de funciones cerebrales superiores en un contexto social, dependiendo además de la integridad de las funciones auditivas y motoras del individuo (Monfort & Monfort, 2012). Debido a la importancia del desarrollo del lenguaje en la población infantil y a la prevalencia no menor de sus trastornos en esta población (entre un 5% y 8% a nivel mundial) (Schonhaut, Maggiolo, De Barbieri, Rojas & Salgado, 2007), es que, distintos autores han estudiado sistemáticamente los trastornos del lenguaje en los niños y, en especial, el Trastorno Específico del Lenguaje (TEL) (Conti-Ramsden & Botting, 1999; Leonard, 2000; Tallal, 2000).

El TEL se define como una dificultad en el lenguaje funcional, receptivo y/o expresivo, sin causa aparente. En otras palabras, estos niños tienen una alteración del lenguaje en ausencia de otras dificultades como déficit intelectual, pérdida auditiva, trastornos en el desarrollo motor del habla, daño neurológico, entre otros (Befi-Lopes, 2004; Bishop & Norbury, 2008; OMS, 1992). Según Mendoza (2012), han surgido diferentes teorías acerca de la etiología del cuadro, lo que ha provocado dificultades para establecer una definición, criterios diagnósticos y subgrupos en la población con TEL (Fresneda & Mendoza, 2005).

En 1973, Tallal y Piercy plantearon que una causa del TEL sería un déficit en el procesamiento temporal, lo que se expresaría como una dificultad para procesar sonidos que ocurren rápidamente. Posteriormente, Tallal (1980, 1981) vuelve a mencionar que los niños con TEL son un grupo que muestra problemas constantes para percibir el orden temporal de los estímulos. En los últimos años, este déficit se ha considerado parte de una dificultad en el procesamiento de la información, la cual incluye otras modalidades además de la auditiva (Fresneda & Mendoza, 2005; Acosta, 2012). Al respecto, Idiazábal-Aletxa y Saperas-Rodríguez (2008) postulan que las alteraciones que se dan en el TEL se deben a problemas con la velocidad y codificación temporal y espectral de la información sensorial, predominantemente en la modalidad auditiva. En 2009, se encontró en los niños con TEL un menor desempeño en la tarea de discriminación o juicios en relación a secuencias de estímulos no verbales, vocálicos o consonánticos con un ritmo de presentación rápido o breve en duración. Sin embargo,

cuando los estímulos eran presentados de manera lenta o con mayor duración el desempeño era similar a niños con desarrollo típico (Čeponienė, Cummings, Wulfeck, Ballantyne & Townsend, 2009).

En relación con la hipótesis del procesamiento de la información, autores como Tallal (1973), Bishop y McArthur (2005), Clarke y Adams (2007), Dlouha, Novak y Vokral (2007) han estudiado distintos aspectos de la modalidad auditiva en niños con TEL, como procesamiento temporal, resolución frecuencial, interacción binaural y escucha dicótica respectivamente. Las dificultades observadas en estos estudios tienen relación con lo que se conoce, clínicamente, como Trastorno en el Procesamiento Auditivo (TPA) (ASHA, 2005). Sin embargo, tal como mencionan Dawes y Bishop (2009), se cuestiona si este trastorno es la causa principal de los problemas del individuo con TEL o es una consecuencia de otro déficit. Un aspecto que influye en este debate es el hecho de que el procesamiento auditivo (PA) se define como un proceso que implica además funciones cerebrales como la atención y la memoria, por lo que alteraciones en dichas funciones cognitivas podrían ser resultado de una disfunción general del procesamiento de la información auditiva. Esto, como consecuencia, afectaría el rendimiento auditivo a través de diferentes modalidades y el desempeño en las distintas tareas auditivas (ASHA, 2005).

Se ha observado mediante la revisión bibliográfica realizada durante este estudio, que la memoria de trabajo y atención no han sido consideradas, en la mayor parte de las investigaciones, dentro de las variables a analizar en los resultados de las pruebas de PA en los niños con TEL. Es por esto que, considerando la importancia de los recursos cognitivos en las tareas de procesamiento auditivo y la posible asociación entre el TEL y el procesamiento de la información auditiva, el presente estudio tiene como objetivo determinar la existencia de una posible asociación entre el TEL y un rendimiento deficitario para un set de pruebas de procesamiento auditivo, teniendo en cuenta la memoria de trabajo y la atención como covariables.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Trastorno Específico del Lenguaje (TEL)

#### 2.1.1. Definición de TEL y su semiología

El TEL hace alusión a una dificultad en la adquisición del lenguaje que está presente en niños con ausencia de otras dificultades como déficit intelectual, daño neurológico, entre otros (Leonard, 2000). Fresneda y Mendoza (2005) mencionan que la definición más integradora de este trastorno es aquella propuesta por la *American Speech-Language-Hearing Association* (ASHA) en el año 1980:

*“un trastorno de lenguaje es la anormal adquisición, comprensión o expresión del lenguaje hablado o escrito. El problema puede implicar a todos, uno o algunos de los componentes fonológico, morfológico, semántico, sintáctico o pragmático del sistema lingüístico. Los individuos con trastornos del lenguaje tienen frecuentemente problemas de procesamiento del lenguaje o de abstracción de la información significativa para almacenamiento y recuperación por la memoria a corto o a largo plazo.” (pp. 317-318).*

Los niños que presentan este trastorno tienen dificultades en la correcta realización de tareas de repetición de pseudopalabras (palabras sin sentido) que varían en longitud silábica y complejidad fonológica, se ve afectado también el aprendizaje de objetivos específicos del lenguaje (habilidades conversacionales, narrativas, entre otras) (Acosta, 2012). Además se ha visto que el deterioro del componente morfosintáctico del lenguaje es la característica más común en los niños con TEL (Acosta, 2012).

En los últimos años se han comenzado a considerar otros tipos de variables que podrían estar relacionadas con el TEL, como problemas cognitivos y de procesamiento de la información (memoria de trabajo verbal, procesamiento temporal de estímulos auditivos o de procesamiento fonológico). Las implicancias en cuanto a las teorías del lenguaje que esto conllevaría serían diferentes. Si se mantuviese la especificidad del trastorno, indicaría que el funcionamiento lingüístico es modular e independiente de otros dominios cognitivos; por el contrario, si no fuese específico, significaría que su procesamiento sería similar a otros procesos cognitivos. Si esto

último se lograra evidenciar implicaría que el trastorno no sería tan específico como se creía (Acosta, 2012; Fresneda & Mendoza, 2005).

### **2.1.2. Criterios para la clasificación del TEL y subtipos del trastorno**

Debido a que el TEL es un trastorno heterogéneo, han surgido diversos criterios para su clasificación. Sin embargo se han delimitado los siguientes como mínimos, los cuales deben presentarse en su totalidad en niños con sospecha de TEL (Leonard, 2000):

1. Habilidad del lenguaje: puntaje en pruebas de lenguaje de -1.25 desviación estándar o más bajo del promedio, en riesgo de devaluación social.
2. Audición: prueba audiológica normal.
3. Otitis media con efusión: ausencia de otitis a repetición.
4. Coeficiente intelectual (CI) de ejecución (no verbal) superior a 85 puntos.
5. Estado emocional y social normal: no presentar signos de deterioro en la interacción social recíproca o restricción de las actividades.
6. Estado neurológico sin signos de alteración.
7. Estructuras orales: no presentar anomalías estructurales.
8. Funciones motoras orales: resultados de evaluación normales utilizando pruebas de desarrollo adecuadas, indemnidad de las funciones orales.

A pesar de estos criterios mínimos, han surgido otros para lograr la identificación de niños con TEL. Los profesionales pueden optar por alguno de ellos para lograr hacer el diagnóstico del trastorno, entre los principales se encuentran (Fresneda & Mendoza, 2005):

- a) Por inclusión-exclusión: se refiere a los requisitos mínimos que debe presentar el individuo, así como las características que se deben descartar para ser considerado dentro de la población con TEL. Se excluyen en base a estos criterios aquellos individuos que presenten retraso mental, deficiencia auditiva,

disturbios emocionales severos, anormalidades bucofonatorias, signos neurológicos claros y factores de adversidad sociocultural o ambiental.

- b) Por especificidad: los individuos no deben presentar ninguna otra patología diferente a la lingüística. Se asume una normalidad en todos los dominios, con exclusión del lenguaje.
- c) Por discrepancia: se consideran dos tipos. La primera alude a la diferencia entre la edad cronológica (EC) y la edad lingüística (EL) del menor. Mientras que la segunda considera la edad cognitiva (o mental (EM)) y la EL. Con esto ha quedado estipulado que debe existir una diferencia de al menos 12 meses entre EM o EC y la edad del lenguaje expresivo (ELE); al menos 6 meses entre EM o EC y edad de lenguaje receptivo (ELR); al menos 12 meses de diferencia entre EM o EC y una puntuación de edad lingüística compuesta (expresivo más comprensivo). Finalmente, la edad lingüística global debe ser, por lo menos, 12 meses inferior a la EC o edad mental no verbal.
- d) Evolutivo: se presenta el trastorno con un carácter duradero y resistente al tratamiento en el tiempo.

La variedad de problemas que presentan estos niños es muy amplia. En relación a esto han surgido diversas orientaciones para poder clasificar los tipos de TEL. Joanisse y Seidenberg (1998) mencionan que la más clásica y utilizada es la propuesta por Rapin y Allen en 1987, en la que se plantean los siguientes tipos:

- a) Agnosia verbal auditiva (sordera verbal): déficit de comprensión de tipo severo. En los niños se ve una pobreza en la comprensión y producción del lenguaje hablado.
- b) Dispraxia verbal: déficit en el uso de los órganos articulatorios del habla. La producción del lenguaje es pobre, aunque la comprensión es relativamente normal.
- c) Déficit de programación fonológica: déficit en la producción de los sonidos del habla, en donde la capacidad motora oral es normal. La comprensión es relativamente normal.

- d) Déficit fonológico sintáctico: se aprecia pobreza en las habilidades fonológicas y sintácticas. Se deterioran tanto la producción y la comprensión.
- e) Déficit léxico - sintáctico: presenta dificultad para encontrar palabras y usar oraciones en el habla. Comprensión de los significados abstractos es pobre.
- f) Déficit semántico- pragmático: la producción y comprensión de la gramática es normal, pero la capacidad de comprender y producir enunciados significativos está deteriorada.

Fresneda y Mendoza (2005) mencionan que estos tipos de TEL a su vez pueden ser agrupados en tres categorías en relación a características similares. La primera agrupa a los trastornos de tipo mixto receptivo-expresivo, donde se incluye agnosia auditiva verbal (problema de procesamiento auditivo central) y los déficits fonológico-sintácticos. La segunda reúne a los trastornos expresivos, abarcando a la dispraxia verbal (problemas de fluidez y dificultades motoras del habla) y trastornos de programación fonológica (afectan la inteligibilidad del habla). La tercera agrupa a los trastornos de procesamiento de orden superior donde se incluyen los déficits léxico-sintáctico (problemas en el hallazgo de palabras) y semántico-pragmático (limitación en destrezas conversacionales).

### **2.1.3. Teorías sobre la etiología del trastorno específico del lenguaje**

En cuanto a la etiología del trastorno, han surgido diversas propuestas respecto al tema. Se ha detectado a través de medidas morfométricas anomalías estructurales y funcionales que se relacionan diferencialmente con el procesamiento del lenguaje receptivo y expresivo (Mendoza, 2012). En la población general existe una asimetría en el volumen del plano temporal (región localizada en la porción superior del lóbulo temporal hacia la fisura de Silvio) y en el área perisilviana (abarca el plano temporal en su extensión anterior al giro frontal inferior y posterior al giro supramarginal y el giro angular) (Castro, Giraldo, Hincapié, Lopera & Pineda, 2004). Estas regiones, que se asumen como responsables del lenguaje, suelen ser de mayor tamaño en el hemisferio izquierdo que en el derecho. Sin embargo, en estudios con resonancia magnética (RM) se ha encontrado una pérdida de la asimetría normal en niños con TEL, observándose una simetría entre ambos lados, evidenciándose así un volumen disminuido del lado izquierdo respecto al derecho (Plante, Swisher & Vance, 1991).

En cuanto a las propuestas que aluden a un factor genético, Castro et al. (2004) mencionan algunos hallazgos en relación a esto, como la indagación de antecedentes familiares a través del cuestionario desarrollado por Tomblin y colaboradores en 1992, en donde se observó que un 63% de los padres de niños con TEL tuvieron historia de este trastorno, en comparación a un 17% de los padres de aquellos niños no afectados. En la mayoría de los estudios en los que se utilizó este cuestionario se vio que los más afectados eran los hombres. Los estudios en gemelos han aportado también en este ámbito, con una muestra de 90 parejas de gemelos del mismo sexo se evidenció una concordancia del 70% en monocigotos (MC) y un 46% en dicigotos (DC). La concordancia incrementa entre MC y DC con trastorno de predominio expresivo (100%; 50%), en comparación con los que presentan alteraciones receptivas o de comprensión, en donde los porcentajes son 71-75% (Bishop, 1995).

También se ha asociado el TEL a una mutación en el gen FOXP2 (autosómico y dominante). A través de métodos paramétricos se logró acotar del cromosoma 7 la banda 7q31, locus del gen denominado FOXP2 que estaría implicado en el trastorno. En las personas que presentan esta variante del TEL se ha podido establecer una correlación fenotipo-genotipo exacta, además su causa se debería a un problema en la capacidad de secuenciación de eventos o aprendizaje procedimental (Benítez, 2005).

Diversas investigaciones han seguido abordando la genética del trastorno. A nivel nacional destaca la investigación realizada por Villanueva, Barbieri, Palomino y Palomino en el 2008 en la isla Robinson Crusoe, localidad en la cual existe alta prevalencia de personas con TEL (Mendoza, 2012). Esta alta prevalencia sugiere la existencia de un efecto fundador (forma de deriva genética, existencia de un alelo infrecuente en uno de los fundadores que produciría una frecuencia superior de ese alelo a la que existe en la población de la que proviene) en la susceptibilidad del TEL, por la deriva génica propia de poblaciones pequeñas y asociada a un mayor grado de consanguinidad. Por medio de diversos análisis genéticos se ha visto que está implicado el cromosoma 7q que contiene variantes subyacentes relacionadas con la prevalencia del trastorno (Villanueva, Barbieri, Palomino & Palomino, 2008).

En resumen, el TEL es un trastorno difícil de caracterizar y abordar debido a su heterogeneidad. Determinado por la dificultad en la adquisición del lenguaje en ausencia de déficit intelectual, daño neurológico, entre otros. Se ve afectado como

factor en común la gramática. En cuanto al diagnóstico, este se hace en base a diversos criterios que deben estar presentes. Se han realizado diversas clasificaciones para los tipos de TEL en relación a características comunes para así poder facilitar su estudio, como la de Rapin y Allen ya antes mencionada. En cuanto a la etiología del trastorno, se han planteado causas estructurales y genéticas, sin llegar aún a un consenso, debido a la ausencia de un factor alterado en común.

## **2.2. Procesamiento Auditivo (PA)**

### **2.2.1. Reseña histórica y definición**

Hace ya más de 60 años que se iniciaron los primeros estudios acerca del procesamiento auditivo (PA). Así es como Bocca, Calearo y Cassinari (1954) experimentaron estimulando el sistema auditivo para identificar lesiones en el sistema nervioso auditivo central (SNAC), utilizando el habla filtrada en pacientes con tumores en el lóbulo temporal. En el mismo año, Myklebust (1954) describió la importancia que tenía la evaluación clínica de la función auditiva en niños con sospecha de trastorno comunicativo. Años más tarde y continuando con los estudios en relación al PA, Kimura (1961) utilizó el modelo de escucha dicótica para investigar la lateralización del lenguaje, explicando la preponderancia de la vía auditiva contralateral.

Con el pasar de los años se han realizado múltiples investigaciones de PA en personas con diversas condiciones de salud, tales como: síndrome de Alzheimer (Strouse, Hall & Burger, 1995; Iliadou & Kaprinis, 2003; Krishnamurti, Snell, King & Drake, 2013), presbiacusia (Humes et al., 2012), dislexia (Lehongre, Ramus, Villiermet, Schwartz & Giraud, 2011), lesiones de tronco y corteza cerebral (Baran, Bothfeld & Musiek, 2004; Musiek, 1983), exposición a solventes (Fuente, McPherson, Muñoz & Espina, 2006; Fuente & McPherson, 2007), epilepsia (Meneguello, Leonhardt & Pereira, 2006; Han et al., 2011) y TEL (Bishop & McArthur, 2005; Tallal, 1981; Vandewalle, Boets, Ghesquière & Zink, 2012). Paralelo al desarrollo del conocimiento científico respecto al PA, se crearon pruebas para evaluarlo clínicamente. Entre las pruebas generadas en ese entonces destacan: prueba *Staggered Spondaic Words* (SSW; Katz, 1962), prueba de Dígitos Dicóticos (Musiek, 1983), prueba de Secuencia de Patrones

de Altura (o Patrones de Frecuencia) (Pinheiro & Ptacek, 1971) y prueba de Secuencia de Patrones de Duración (Pinheiro & Musiek, 1985).

Con tal interés científico y avance de conocimiento respecto a la naturaleza del PA, así como los procedimientos diagnósticos del trastorno de procesamiento auditivo (TPA), diversas asociaciones han tratado de unificar conceptos y procedimientos acerca del tema en cuestión (Fuente & McPherson, 2006).

Distintos autores han propuesto definiciones del PA, tales como Lasky & Katz (1983), quienes definen el PA como la manipulación y utilización de las señales sonoras por parte del sistema nervioso central (SNC). Katz, Stecker & Henderson (1992) precisan el PA como el uso que hacemos de la señal auditiva, mientras que Katz y colaboradores (1992) lo explican como el trabajo que hace el cerebro con lo que escuchamos. Sin embargo, según Wilson, Heine y Harvey (2004), la definición de PA que probablemente sea la más citada en el último tiempo es la que proporcionó la ASHA en su reporte técnico de 1996, actualizado posteriormente en 2005. De acuerdo a este informe, el PA se refiere a la eficiencia y la efectividad por la cual el SNC utiliza la información auditiva. Específicamente, se relaciona al procesamiento perceptual de la información auditiva en el SNC y la actividad neurobiológica que subyace a dicho procesamiento, y que origina los potenciales electrofisiológicos auditivos (ASHA, 2005).

De acuerdo a la ASHA (2005), el PA incluye mecanismos y procesos auditivos que subyacen a las habilidades expuestas a continuación: (1) Localización y lateralización del sonido; (2) Discriminación auditiva; (3) Reconocimiento de patrones auditivos; (4) Aspectos temporales de la audición, incluyendo la integración temporal, discriminación temporal, ordenamiento temporal, y el enmascaramiento temporal; (5) Rendimiento auditivo en presencia de señales competitivas (incluyendo la escucha dicótica); y (6) Desempeño auditivo en presencia de señales acústicas degradadas. Dichos mecanismos y procesos se aplican tanto en estímulos verbales como no verbales, incluyendo variadas funciones, entre las que se incluyen el habla y lenguaje. Teniendo por tanto correlatos neurofisiológicos como comportamentales, es importante destacar que la ASHA (2005) reconoció que, si bien habilidades tales como la conciencia fonológica, la atención, la memoria auditiva y la comprensión auditiva pueden depender o estar asociadas a la función auditiva central; a su vez, estas son habilidades de orden superior cognitivo-comunicativa y/o funciones relacionadas con el

lenguaje, por tanto, no se incluyen en la definición de PA. Por otro lado, el TPA se refiere a las dificultades en el procesamiento perceptual de la información auditiva en el SNC, evidenciado a través de un rendimiento disminuido en una o más de las habilidades auditivas ya nombradas. Cabe mencionar que la conceptualización del TPA es el punto que ha creado mayor discusión en la comunidad científica, puesto que aún no hay una definición ampliamente aceptada para el TPA, así como un claro consenso acerca de sus criterios diagnósticos (Kamhi, 2011).

Finalmente, según lo propuesto por Wilson, Heine y Harvey (2004), por un lado existe un enfoque general auditivo que define que todos los sonidos (verbales y no verbales) se procesan de igual manera y, por otra parte, está el enfoque específico del habla, que argumenta que los sonidos del habla y los sonidos que no son del habla son procesados diferencialmente. Esta diferenciación respecto a cuál es la información auditiva específica al PA genera diferencia en los medios diagnósticos, aspecto que será discutido en el capítulo 3.2.

### **2.2.2. Procesos auditivos involucrados en el PA**

Las habilidades auditivas propuestas por la ASHA (2005) están vinculadas esencialmente con los siguientes mecanismos auditivos:

- a. Cierre auditivo: se refiere a la habilidad de utilizar la redundancia intrínseca y extrínseca<sup>1</sup> para completar segmentos faltantes o distorsionados de una señal auditiva y así reconocer la totalidad del mensaje. Este proceso requiere de tomar partes de la información auditiva y construir a partir de éstas un mensaje completo con sentido. Este proceso permite entender, por ejemplo, el habla en presencia de ruido de fondo o interrumpida por componentes externos al mensaje verbal; entender habla producida a baja intensidad o murmurada,

---

<sup>1</sup> Según el diccionario de la Real Academia Española (DRAE, 2001), el término redundancia se refiere a cierta repetición de la información contenida en un mensaje, que permite, a pesar de la pérdida de una parte de éste, reconstruir su contenido. Se definen dos modos de redundancia: la intrínseca y la extrínseca. La primera se relaciona a la riqueza de las vías neuronales en el SNAC que permite al sujeto entender lo que es dicho, no necesariamente habiendo escuchado la totalidad del mensaje, mientras que la segunda es la información presente en la señal auditiva del habla, tales como el contenido y las reglas de la lengua respectiva.

entre otros (Ferre, 2006). Las pruebas que evalúan el cierre auditivo modifican los estímulos disminuyendo la redundancia a través de la manipulación de la frecuencia, el tiempo o la intensidad de la señal acústica. Algunas de las pruebas para evaluar el cierre auditivo son: prueba de Habla en Ruido, *Hearing-in-Noise Test*, prueba de Habla filtrada (Fuente & McPherson, 2006).

- b. Integración biaural: se refiere a la habilidad de procesar información diferente presentada simultáneamente en ambos oídos (Ferre, 2006). Este proceso está mediado por la acción del cuerpo caloso, el cual esencialmente coordina la transferencia interhemisférica de información en el cerebro. Asimismo, la integración biaural necesita de la atención dividida para procesar e interpretar de forma consciente la información proveniente de ambos oídos. Clínicamente, trastornos en este nivel se relacionan con dificultades auditivas en presencia de ruido o problemas para seguir una conversación mientras otra persona habla al mismo tiempo (Fuente & McPherson, 2004). Este proceso se evalúa a través de las pruebas de escucha dicótica, tales como dígitos dicóticos, palabras dicóticas y oraciones competitivas (Fuente, 2012).
- c. Interacción biaural: se refiere al proceso auditivo en el cual se reúne la información proveniente de ambos oídos a nivel de las estructuras del tallo cerebral, para integrarla y conformar un estímulo único. Este proceso se activa para aquellas tareas donde la información alcanzada por ambos oídos debe interactuar. Según Masquelier (2003) y Bamiou (2007), esta interacción es la que permite la localización y lateralización del sonido, así como la mejora del rendimiento auditivo en presencia de ruido. Además se relaciona con la detección de señales en el ruido y con la fusión biaural. Una de las pruebas que mide este proceso es denominada “fusión biaural” (Fuente & McPherson, 2004). Además, la prueba de *masking level difference* evalúa el proceso de interacción biaural.
- d. Resolución o discriminación temporal: se refiere al período mínimo de tiempo en que un individuo puede discriminar entre dos señales auditivas (Gelfand, 1998). El umbral para la resolución temporal es referido por Green (1971) como acuidad temporal auditiva o tiempo de integración mínima. Históricamente, este proceso ha sido medido a través de la función de transferencia de modulación

temporal (FTMT), o el umbral de detección de *gap* (espacios de silencio) (Keith, 2000). La FTMT evalúa la habilidad de detectar la amplitud modulada de una señal, mientras que el umbral de detección de *gap* requiere que el sujeto indique cuando escuche un silencio interrumpiendo un sonido continuo o un ruido. El intervalo de silencio más corto dentro de un estímulo que el sujeto es capaz de reconocer es su umbral de detección de *gap* (Lister, Besing & Koehnke, 2002). Ejemplos de pruebas para evaluar la resolución o discriminación temporal son la prueba de *Gaps-in-Noise, Auditory Test of Temporal Resolution* y *Random Gap Detection Test* (Keith, 2000).

- e. Ordenamiento o secuenciación temporal: se refiere al procesamiento de dos o más estímulos auditivos respecto a su orden de sucesión en el tiempo (Pinheiro & Musiek, 1985). Este proceso ha sido ampliamente investigado debido a su importancia en la percepción del habla (Fogerty, Humes & Kewley-Port, 2010; Hirsh, 1967; Meyer, Zaehle, Gountouna, Barron, Jancke & Turk, 2005; Moser, Baker, Sanchez, Rorder & Fridriksson, 2009; Neff, 1961). Involucra la habilidad del reconocimiento del contorno acústico de los estímulos. Desde la perspectiva lingüística, este proceso le permite al oyente tomar ventaja de los elementos prosódicos del habla como son el ritmo, énfasis y entonación. Estos elementos llevan información lingüística, lo cual facilita la comprensión de oraciones sintácticamente ambiguas, o bien expresan las intenciones del hablante tales como interrogación o exclamación. Por otra parte, el contorno acústico de los estímulos involucra información no lingüística como es el estado emocional del hablante (Fuente, 2012). Para que este fenómeno sea certero requiere que ambos hemisferios cerebrales estén anatómicamente y fisiológicamente intactos (Shinn, 2007). La información relacionada al reconocimiento del contorno acústico del estímulo auditivo debe ser procesada en el hemisferio derecho, y luego a través del cuerpo calloso, debe ser dirigida al hemisferio izquierdo para que se etiquete lingüísticamente (Shinn, 2007). Clínicamente, un trastorno en este procesamiento puede afectar sobremanera la comprensión del lenguaje hablado, fundamentalmente por la dificultad de la persona para extraer palabras claves, usualmente destacadas o entonadas, o en aprovechar patrones entonacionales. Las pruebas clínicas más utilizadas de ordenamiento temporal son las pruebas de reconocimiento de patrones de altura y duración (Emanuel, 2002).

- f. Enmascaramiento temporal: se refiere al enmascaramiento que ocurre cuando la detección de un sonido se modifica debido a la presencia de otro sonido que lo precede o sucede. El enmascaramiento puede ser “retrógrado” si es que el ruido enmascarante ocurre después de la señal o “anterógrado” si éste se presenta antes de la señal. Respecto al mecanismo que subyace al enmascaramiento temporal, aún es incierto (Durrant & Lovrinic, 1995). Este proceso puede reflejar la diferencia en latencias de sincronía neural dentro del SNAC, aunque esto no ha sido confirmado totalmente (Shinn, 2007). Los principales parámetros que involucran a este proceso son el intervalo de tiempo entre el enmascarador y la señal, nivel del enmascarador, y la similitud acústica entre el enmascarador y la señal. Actualmente, no hay pruebas clínicas que evalúen el enmascaramiento temporal (Shinn, 2007).
- g. Integración temporal: resulta de la sumación o agregación de actividad neural en función de la duración adicional de la energía sonora (Gelfand, 1998). Esta sumación resulta en mejoras en el umbral de detección de sonidos, en la medida que la duración aumenta hasta alrededor de 200 ms. en normoyentes (Durrant & Lovrinic, 1995). Si la duración disminuye en un factor de 10 (un décimo de su duración original), se observa un descenso de aproximadamente 10 dB en el umbral de detección (Shinn, 2007). Esta relación se conoce como *time-intensity trade-off*. Un *trade-off* similar es necesario para mantener el estímulo a una sonoridad constante. Es decir, si la duración de una señal acústica breve se incrementa a niveles supraumbrales, la señal será percibida como más “fuerte”. Actualmente, no hay pruebas clínicas que evalúen la integración temporal (Shinn, 2007).
- h. En síntesis, el PA se refiere a la eficiencia y la efectividad por la cual el SNC utiliza la información auditiva, según la definición otorgada por la ASHA en el 2005. Incluye diversos procesos y mecanismos, como el cierre auditivo, integración e interacción baural, resolución/discriminación y ordenamiento/secuenciación temporal y enmascaramiento e integración temporal. Los cuales subyacen a las habilidades mencionadas en el punto 2.1.

## 2.3. Trastorno del procesamiento auditivo (TPA)

### 2.3.1. Definición de TPA

El término de déficit en el procesamiento auditivo central fue discutido por primera vez por Katz, en la década de 1960. Desde entonces, ha existido una creciente evidencia clínica acerca de este trastorno (Byrne, Carroll, Digan, Logue-Kennedy, Lyons & O'Hagan, 2011).

En el año 2000, los investigadores Jerger y Musiek convocaron a una conferencia, con el propósito de llegar a un consenso respecto al diagnóstico de TPA en niños en edad escolar. En aquella ocasión se sugirió que el TPA debería ser definido como un déficit en el procesamiento de la información que es específico de la modalidad auditiva. También se propuso una nueva terminología: reemplazar la denominación previa de Trastorno del Procesamiento Auditivo Central (TPAC) a Trastorno del Procesamiento Auditivo. El objetivo era mantener una definición operacional que enfatizara las interacciones de los trastornos, tanto en sitios periféricos como centrales, y así no imponer un loci anatómico (Jerger & Musiek, 2000).

Una vez acuñado el término de TPA, la ASHA (2005) define dicho trastorno como las dificultades en el procesamiento perceptual de la información auditiva en el SNC y la actividad neurobiológica subyacente a esta función, la que da lugar a los potenciales auditivos electrofisiológicos.

Se estima que entre un 2% y 3% de los niños presentan algún desorden del procesamiento auditivo, con predominio para los hombres sobre las mujeres (relación 2:1) (Ruiz & Castro, 2006). Según Lam y Sánchez (2007) la prevalencia mundial estimada de casos de TPA en edad escolar es entre un 2% y un 7%.

En cuanto a la etiología, el 2010 de acuerdo a la *American Academy of Audiology* (AAA), el TPA puede tener diferentes orígenes, que van desde una causa neurobiológica hasta enfermedades degenerativas provocadas por la exposición a neurotóxicos. Desde lo propuesto por Dawes y Bishop (2009), se cuestiona si este trastorno es la causa principal de los problemas del individuo con TEL o es una consecuencia de otro déficit. Por ejemplo, si un niño con TEL tiene problemas en las pruebas de PA, teóricamente puede ser debido a distintas razones: (1) el déficit auditivo podría ser la causa principal que lleva al trastorno del lenguaje, (2) el trastorno del

lenguaje provoca bajo rendimiento en las pruebas de PA, o (3) el TPA y el TEL tienen la misma etiología.

Respecto a la caracterización del TPA, la AAA (2010) considera que el procesamiento de la información auditiva en el sistema nervioso central es bastante complejo, dado que involucra procesos paralelos en las mismas estructuras del sistema auditivo central. Además, comparte su procesamiento con otras entradas sensoriales y funciones cognitivas superiores (lenguaje, atención y memoria de trabajo). Es por esto que el TPA puede coexistir con otros trastornos como el déficit de atención, problemas de aprendizaje y trastornos del lenguaje.

De esta manera, Brown, Muir, Phillips, Scarff, Walker y Watson (2011), explican que parte de la dificultad para caracterizar el TPA va en la propia heterogeneidad del cuadro, como en la imprecisión en la descripción de la expresión comportamental. Desde un punto de vista neurobiológico, esta diversidad concuerda con la falta de evidencias consistentes de un defecto neurológico (Emanuel, Ficca & Korczak, 2011).

De acuerdo a la British Society of Audiology (BSA, 2011), existen tres categorías de TPA:

1. TPA del desarrollo/evolutivo: los casos se presentan en la infancia, la audición es normal y no hay una etiología conocida o potenciales factores de riesgo. Algunos casos se mantienen hasta la adultez.
2. TPA adquirido: los casos están asociados a un evento post natal conocido (por ejemplo, trauma neurológico, infecciones) que posiblemente explique el TPA.
3. TPA secundario: los casos donde el TPA ocurre en presencia, o como resultado, de una discapacidad auditiva periférica.

Debido a las diferentes propuestas planteadas que intentan caracterizar el cuadro, la AAA (2010) presentó una lista con las manifestaciones comportamentales o síntomas más comunes en personas con TPA (pp. 7-8):

- a) Dificultad para entender el habla en presencia de ruido de fondo o en ambientes acústicamente reverberantes.
- b) Problemas con la habilidad de localizar la fuente de una señal.

- c) Dificultades para escuchar en conversaciones telefónicas.
- d) Respuestas inconsistentes o inapropiadas al ser preguntado.
- e) Dificultad para seguir una conversación rápida.
- f) Frecuentes solicitudes de repetición y/o reformulación de información.
- g) Dificultad o inhabilidad para detectar cambios sutiles en la prosodia entre el humor y el sarcasmo.
- h) Dificultad para aprender un idioma extranjero o nuevos recursos lingüísticos, especialmente el lenguaje técnico.
- i) Dificultad en mantener la atención y tendencia a ser fácilmente distraídos.
- j) Habilidades musicales descendidas o apreciación de la música limitada.
- k) Dificultades académicas, incluyendo problemas en la lectura y ortografía.

Debido a que estas manifestaciones comportamentales son concomitantes con otros tipos de desórdenes, es importante recalcar nuevamente que la presencia de estos síntomas no implica necesariamente la presencia de un TPA, sólo orientan una hipótesis diagnóstica. Las pruebas comportamentales más utilizadas para el diagnóstico de TPA en el quehacer clínico, según Emanuel et al. (2011), incluyen: dígitos dicóticos, pruebas monoaurales de baja redundancia y pruebas de procesamiento temporal.

Por otro lado, en un estudio de Ferguson y Moore (2014) se llegó a la conclusión de que los síntomas de presentación de un TPA, la dificultad de la inteligibilidad del habla en ruido y la comunicación, no se relacionan con déficits en el procesamiento auditivo sensorial. Es decir, los déficits eran más bien "perceptuales" en lugar de "sensoriales", entendiendo a la percepción como la "organización, la identificación e interpretación de la información sensorial" (Ferguson & Moore, 2014).

Actualmente el foco de investigación está puesto en el TPA del desarrollo, debido a las consecuencias que podría tener en la adquisición de nuevos contenidos y en el desarrollo cognitivo, por lo tanto, a un bajo rendimiento escolar (BSA, 2011).

### 2.3.2. Diagnóstico de TPA

Primero que todo, cabe mencionar que debido a la naturaleza heterogénea que posee el TPA, es necesaria una evaluación exhaustiva con un enfoque multidisciplinar, debido a los déficits auditivos y de aprendizaje que a menudo coexisten con él (Chermak, 2001).

De tal manera, y como se vio en el capítulo 2.1, dentro del reporte publicado por la ASHA en el 2005, el PA se define como un proceso que también implica funciones cerebrales como la atención y la memoria. Debido a esto, alteraciones en dichas funciones cognitivas podrían ser el resultado de una disfunción general del procesamiento de la información auditiva, que afectaría el rendimiento auditivo a través de diferentes modalidades. Sin embargo, según Dawes y Bishop (2009) una definición tan sobre-inclusiva podría llevar al diagnóstico erróneo, convirtiéndose en un sinónimo de otras condiciones reconocidas como el TDAH. Rosen (2005) agrega que no es razonable realizar un diagnóstico de TPA si es el resultado de una causa supramodal como el déficit atencional, pero esa no es una razón para pensar que la etiología del TPA no pueda causar también un déficit en el procesamiento de otras modalidades. Aunque según Bellis y Ferre (1999) la especificidad modal no es neuropsicológicamente sostenible; la multimodalidad es la característica básica del funcionamiento cerebral. Frente a esto, la ASHA (2005), refuerza la idea de Bellis y Ferre, planteando que la especificidad modal no debiera ser un criterio para el diagnóstico de un TPA, ya que numerosos estudios de neurociencias (Poremba et al., 2003; Salvi et al., 2002) han demostrado que son escasas las áreas cerebrales responsables de un sólo tipo de procesamiento sensorial, siendo éste influenciado por multimodularidad, es decir, el procesamiento integrado e interdependiente de información sensorial, el cual se sustenta en dominios cognitivos y representaciones lingüísticas (Musiek, Bellis & Chermak, 2005).

Según Johnson, Berson y Seaton (1997) para llevar a cabo la evaluación del TPA, se requiere realizar un tamizaje o *screening* inicial y otro secundario. El primero se lleva a cabo en individuos con potencial riesgo de un TPA, el cual requiere de la observación sistemática de la conducta y/o el rendimiento de escucha en pruebas de función auditiva, mientras que el segundo *screening* apunta a determinar quiénes deberían tener una evaluación formal de PA. Posterior a la aplicación de pruebas de

tamizaje y continuando con la evaluación del PA, cabe destacar que, tanto en investigación como en clínica, se requiere de pruebas específicas para cada aspecto del PA (Fuente & McPherson, 2006). La ASHA (2005), por su parte no considera necesario realizar un doble tamizaje y menciona la carencia de un método de tamizaje universalmente aceptado para detectar un TPA, dado que no poseen valor diagnóstico.

Según Cañete (2006), para llevar a cabo el diagnóstico de un TPA, se requiere obtener información en relación a:

- a) Historia clínica del paciente (enfermedades importantes, problemas de lenguaje, habla, constitución familiar, nivel educacional, cultural, entre otros).
- b) Métodos de observación sistemáticos no estandarizados (cuestionarios sobre conductas auditivas, por ejemplo los cuestionarios en inglés de FISHER y CHAPS).
- c) Evaluación audiológica (evaluación conductual y/o electrofisiológica y mediciones electroacústicas).
- d) Evaluación del habla y lenguaje.
- e) Evaluación médica.

Respecto al uso de baterías de pruebas diagnósticas del PA, la ASHA (2005) señala que el propósito de éstas es examinar la integridad del SNAC y determinar la presencia de algún TPA y describir sus parámetros. Es importante que las pruebas utilizadas incluyan estímulos tanto verbales como no verbales, para examinar los diversos aspectos del procesamiento auditivo y niveles del SNAC. La batería de pruebas debe utilizarse como una guía para el clínico acerca de los recursos que dispone para evaluar el sistema auditivo. Por esto mismo, la elección de las pruebas a ser utilizadas debería definirse a partir de la queja de cada paciente, la información recolectada en la historia clínica y otros datos obtenidos por el profesional (ASHA, 2005).

Las categorías de las pruebas para evaluar el PA y así determinar la existencia de un posible TPA son las siguientes:

- a. Discriminación auditiva.
- b. Procesamiento temporal auditivo y patrones auditivos temporales.
- c. Escucha dicótica.
- d. Habla monoaural de baja redundancia.
- e. Interacción biaural.
- f. Medidas electrofisiológicas.
- g. Medidas electroacústicas.

Además, según lo propuesto en la conferencia organizada por Jerger y Musiek (2000), la batería mínima de pruebas recomendadas para obtener la información básica para diagnosticar un TPA en niños en edad escolar, consta de lo siguiente: pruebas comportamentales, pruebas electroacústicas y electrofisiológicas, y estudios de neuroimagen. Las pruebas comportamentales comúnmente se utilizan para evaluar el procesamiento auditivo y actualmente se presentan como la base del diagnóstico de un TPA. Las pruebas electrofisiológicas (por ejemplo potenciales evocados auditivos de tronco cerebral) y electroacústicas (por ejemplo emisiones otoacústicas) son más objetivas, ya que la respuesta no está influenciada por factores externos; aunque, requieren más tiempo y dinero. Los estudios de neuroimagen se proyectan como una herramienta útil en el estudio de la estructura y función del sistema auditivo, sin embargo, también su costo es elevado y su disponibilidad es limitada (Chermak, 2001).

Actualmente existen variadas baterías de pruebas para evaluar el SNAC en personas angloparlantes, tradicionalmente han destacado: las pruebas de tamizaje para trastornos del procesamiento auditivo, más conocidas como SCAN (SCAN-C para niños entre 5 y 11 años 11 meses (Keith, 2000) y SCAN-A para adultos y adolescentes mayores de 11 años (Keith, 1994) y el *Selective Auditory Attention Test* (SAAT); todas de origen estadounidense (Matson, 2005). Otros países como Australia, Brasil, Holanda, Bélgica y Francia han creados sus propias baterías de pruebas para evaluar el PA. Para países de habla hispana, actualmente se dispone de la batería de pruebas

Santiago APD para adultos hispano-parlantes (Fuente, 2009) la cual incluye las pruebas de habla en ruido, fusión binaural, habla filtrada y dígitos dicóticos.

Adicionalmente a la evaluación audiológica, en niños, es necesaria la evaluación del lenguaje, tanto receptivo como comprensivo; metalenguaje y metacognición; rendimiento psicoeducacional, el cual es necesario para identificar comorbilidad, así como el impacto funcional del TPA. De este modo se realiza una evaluación integral, la que se hace necesaria para el diagnóstico diferencial del TPA respecto a otros trastornos, especialmente el TDAH y los trastornos de procesamiento del lenguaje (Chermak, 2001).

La precisión en el diagnóstico audiológico y en la planificación terapéutica dependerá de la adecuada interpretación de los resultados de la evaluación de los procesos auditivos (Bamiou et al., 2001; Chermak & Musiek, 2002). Además, dada la heterogeneidad del TPA, su etiología hasta ahora no clarificada, y la complejidad del PA en sí, se requiere de una evaluación exhaustiva para cada individuo, abarcando aspectos de lenguaje, conducta, funciones cognitivas y procesamiento auditivo. Es por esto que se hace necesario que la determinación de un TPA sea un trabajo multidisciplinario, debido a la posible coexistencia con déficits auditivos o alteraciones supramodales. En relación a esto también se hace relevante considerar las diferentes definiciones, explicaciones e indicaciones asociadas al fenómeno del TPA, a favor de un diagnóstico lo más certero posible para llevar a cabo el plan terapéutico idóneo a cada caso.

#### **2.4. Asociación entre TEL y TPA**

La relación entre el TPA y los trastornos del lenguaje ha sido bastante investigada y debatida (Dawes & Bishop, 2009). De acuerdo a algunos estudios, existiría una alta prevalencia de dificultades del lenguaje oral y de la lectura en los niños diagnosticados con un TPA (Chermak & Musiek, 1997; Katz, 1992). Asimismo, ciertos autores han sugerido la presencia de dificultades de procesamiento auditivo en niños y adultos con diagnóstico de TEL (Tallal, 2004).

#### **2.4.1. Estudios de procesamiento temporal en poblaciones de sujetos con con trastorno de lenguaje utilizando tareas psicoacústicas**

En 1964, Benton (en Tallal, 1981) a través de su definición del síndrome “afasia del desarrollo” (actualmente conocido como TEL), sugirió que los déficits en la percepción auditiva para estímulos no verbales podrían ser la base de este trastorno lingüístico. Por otra parte, Monsees (1961) mencionó que los defectos en la percepción secuencial en la modalidad auditiva representaban una dificultad para la adquisición adecuada del idioma en los casos de “afasia del desarrollo”. El estudio se realizó con una modalidad empírica, debido a la escasez de pruebas para detectar un trastorno en la percepción de secuencias temporales (no se cuentan con más antecedentes del estudio). De forma similar, Tallal (1980, 1981) mencionó que los niños con trastorno del lenguaje son un grupo que muestra dificultades constantes en sus habilidades para percibir el orden temporal de los estímulos.

Tallal y Piercy (1973) sugirieron que una causa del TEL sería un déficit en el procesamiento temporal. Esto provocaría una alteración en la habilidad para procesar sonidos que ocurren rápidamente, así como una codificación neural anormal de la información auditiva. La habilidad para percibir breves cambios en las características temporales es esencial para el desarrollo del lenguaje, ya que al existir un déficit en este procesamiento, se produciría a nivel central del sistema nervioso una representación inestable de los fonemas, provocando una alteración en la conciencia fonológica (Dawes & Bishop, 2009; Good & Gillon, 2014; Rocha-Muniz, Befi-Lopes & Schochat, 2012). Chaubet, Pereira y Pérez (2013) en torno a esto mencionan que una alteración a nivel de la resolución temporal sería un factor más que influiría en la conciencia fonológica; esto lo pudieron observar a través de un estudio en niños con dislexia. La muestra consistió en 11 niños con un diagnóstico de dislexia, 15 con un diagnóstico de trastorno de lectura y escritura y 11 como grupo control, con un rango de edad entre 10 y 15 años. El procedimiento que se utilizó para medir la capacidad de resolución temporal fue la prueba de *Gaps-in-Noise* (GIN), con 60 estímulos de 6 segundos de ruido blanco con intervalos de 5 segundos entre los estímulos, en una cabina acústica a 50 dB SL (nivel de sensación) en relación al promedio tonal puro. Se realizó una prueba de práctica en la cual los sujetos debían levantar la mano cada vez que oían un silencio. Se analizaron dos tipos de respuestas: el umbral de agudeza temporal, que correspondía al menor valor en milisegundos en que el sujeto percibía el

intervalo de silencio, y el número total de las brechas identificadas correctamente, en valores porcentuales. Los resultados mostraron que el umbral de detección de espacios de silencio (gaps) no era el mismo para todos los grupos en ambos oídos y que fue significativamente menor en el grupo control que en los otros grupos. No hubo diferencias entre el grupo con dislexia y el grupo con trastornos de lectura y escritura. En torno a esto y asociándolo con los niños con TEL, se ha descrito que ellos a menudo tienen problemas en la comprensión del habla, como en el procesamiento fonológico de la información auditiva. Por ejemplo, los niños con TEL tienen dificultades para discriminar los estímulos que son pares mínimos (par de palabras que difieren únicamente en un fonema). Estos problemas de discriminación están relacionados con un déficit en la conciencia fonológica; es decir, un deterioro en la representación, almacenamiento y/o recuperación de fonemas (Davids, Segers, Van den Brink, Mitterer, Van Balkom, Hagoort & Verhoeven, 2011).

Se ha demostrado que niños diagnosticados con TEL tienen un déficit de procesamiento temporal severo respecto a su habilidad de separar un sonido que es seguido rápidamente por otro (enmascaramiento retrógrado) (Wright, Lombardino, King, Puranik, Leonard & Merzenich, 1997). Wright et al. (1997) señalan que un déficit en el procesamiento temporal en efecto degradaría la percepción de elementos acústicos breves del habla. Además se ha visto que cuando los estímulos son breves o rápidos, los niños que presentan un TEL tienen dificultades en la discriminación de ellos, sin embargo cuando se alarga o disminuye el ritmo de presentación no tienen ninguna dificultad en la diferenciación (Dlouha, Novak & Vokral, 2007).

Tallal y Piercy (1973) observaron que los niños con TEL presentaban más dificultades con respecto a sus pares con desarrollo típico en la Prueba de Repetición Auditiva de Tallal (ART, por sus siglas en inglés; Tallal & Piercy, 1973). En esta prueba el menor escucha una secuencia de 2 tonos diferentes (tono 1: 100 Hz y tono 2: 300 Hz, ambos de 75 ms. de duración), separados por un *intervalo de tiempo* (intervalo interestímulo (IIE)) variable o fijo (428 ms). El niño, previamente condicionado para seleccionar el botón correspondiente a cada tono, tiene que 1) repetir el orden de ocurrencia de los tonos y 2) indicar si los dos sonidos eran iguales o distintos. En la prueba de repetición con valor fijo, ambos grupos tienen buenos rendimientos cuando el IIE es de 428 ms. Sin embargo, cuando el IIE baja de dicho valor, el desempeño de los niños con TEL se ve disminuido (Tallal & Piercy, 1973). Mientras que en la prueba de

repetición con IIEs variables, los niños con desarrollo típico obtienen porcentajes de éxito (87%) hasta en el IIE más breve (8 ms.), sin embargo, el grupo TEL no supera este porcentaje frente a IIEs menores a 305 ms. Al aumentar el IIE no hubo efectos adversos en el rendimiento del grupo con TEL. Hubo resultados similares en la prueba en la que se debía indicar si los tonos eran iguales o distintos. Por tanto, estos déficits podrían afectar a su desempeño fonológico, debido a que el procesamiento de un sonido podría no terminar antes del inicio del siguiente, lo que evidentemente es un factor de riesgo para el desarrollo adecuado del lenguaje (Bishop & McArthur, 2005; Stevens, Paulsen, Yasen, Mitsunaga & Neville, 2011).

Rocha-Muniz, Befi-Lopes y Schochat (2012), también se refieren a las probables dificultades a nivel del procesamiento temporal y además frecuencial en menores con TEL y TPA, en comparación con niños de desarrollo típico. Al analizar sus respuestas de tronco cerebral evocadas a partir de estímulos verbales, los menores con TPA presentan anormalidades solamente en el aspecto temporal. Mientras que los niños con TEL presentan afectado tanto el aspecto temporal como la codificación frecuencial. Esto sugiere que una representación deficiente de los componentes cruciales de los sonidos verbales podría contribuir a la presencia de dificultades en el procesamiento del lenguaje (Rocha-Muniz, Befi-Lopes & Schochat, 2012).

#### **2.4.1.1. Resolución frecuencial**

Otro aspecto relevante en la población con TEL es la presencia de dificultades para discriminar frecuencialmente los sonidos (Bishop & McArthur, 2005; Rinker, Kohls, Richter, Maas, Schulz & Schecker, 2007). McArthur, Bishop y Proudfoot (2003) compararon a niños con TEL y sus pares con desarrollo típico. Al aplicarles pruebas en las cuales debían discriminar tonos en presencia de un ruido enmascarante se encontró que un tercio de los sujetos con TEL evidenciaron problemas de discriminación frecuencial (Bishop & McArthur, 2005). En relación a este estudio surge el cuestionamiento, por parte de los investigadores de este seminario, respecto a si el desempeño en las tareas está directamente ligado a dificultades en la resolución frecuencial o a una interferencia, dada por el ruido de fondo, para separar el ruido objetivo. Es por esto, que se considera necesaria mayor evidencia, para llegar a un consenso respecto a este cuestionamiento.

#### **2.4.2. Estudios a través de técnicas electrofisiológicas**

En relación a lo mencionado previamente, derivado de la hipótesis madurativa de Gesell (1929), se postula que los niños con TEL, tendrían un retraso en el desarrollo madurativo de la corteza auditiva, más que anormalidades permanentes. El desempeño relacionado a la percepción auditiva de un niño con TEL sería 3-4 años menor a lo esperado. La principal dificultad que ha presentado esta hipótesis es que implica que un niño con TEL debe finalmente lograr las habilidades auditivas y de lenguaje de sus pares, sin embargo, el TEL normalmente persiste en la edad adulta (Bishop & McArthur, 2005). Para indagar acerca de la maduración auditiva, se ha observado que los cambios en la onda P1 del potencial auditivo de larga latencia puede reflejar la maduración de las vías del sistema auditivo central. De manera similar, la variación de latencia y la amplitud del complejo P1- N1- P2, de los potenciales auditivos de larga latencia, se han correlacionado con diferencias en el desarrollo del procesamiento de estímulos secuenciales rápidos y pueden reflejar los cambios a largo plazo generados por el entrenamiento auditivo (Gilley, Walker & Sharma, 2014). En torno a esto se han realizado estudios electrofisiológicos mediante potenciales evocados con el fin de evaluar la percepción auditiva y del lenguaje en niños con TEL. Diversos estudios se han basado en el análisis y comparación de la amplitud y la latencia de los componentes P1, P2, N1 y N2, en niños con TEL y controles. Estos componentes son importantes, pues representan la etapa más temprana del procesamiento a nivel de la corteza auditiva (Idiazábal-Aletxa & Saperas-Rodríguez, 2008). Korpilahti y Lang (1994) y Tonnquist-Uhlén, Borg, Persson y Spens (1996), a partir de la comparación entre niños con TEL y un grupo control, pudieron evidenciar que efectivamente existe un retraso en los componentes P2 y N1 de las respuestas electrofisiológicas auditivas en los niños con TEL. Otro hecho que se encontró fue que al estimular con un tono de 500 Hz con una duración de 100 ms. con intervalos de 1 segundo y a una intensidad de 75 dB HL; en el grupo control, la latencia de la respuesta N1 disminuía con la edad (de 9 a 15 años), cosa que no sucedía en los niños con TEL, y esto era debido a que las latencias del componente N1 de los niños con TEL de mayor edad (de 13 a 16 años) eran más similares a las de los niños control más jóvenes que a los de su propio grupo de edad (Tonnquist-Uhlén, Borg, Persson & Spens, 1996).

#### **2.4.2.1. Tareas de escucha dicótica**

Se ha observado que la escucha dicótica se encuentra afectada en los trastornos de habla y lenguaje, evidenciándose en la incapacidad para aplicar las reglas del lenguaje con la información recibida (Dlouha, Novak & Vokral, 2007). Dlouha et al. (2007) aplicaron pruebas de escucha dicótica adaptadas al idioma checo a niños con TEL y niños con desarrollo típico de 6 a 7 años. Usaron palabras bisilábicas, con el fin de determinar las capacidades de integración binaural y memoria a corto plazo.-Eligieron palabras conocidas por los niños, sustantivos y verbos, con estructura CVCV (consonante, vocal, consonante, vocal) y con una duración promedio de 886 ms. Las palabras se presentaron en series de dos palabras distintas, una en cada oído simultáneamente a una intensidad de 60 dB HL, con pausas interestímulo de 5 seg. La tarea del niño era repetir las palabras que escuchaba. Los resultados demostraron que los puntajes de los niños con TEL fueron significativamente inferiores a los del grupo control. De acuerdo a los autores del estudio, estos resultados confirmarían que los preescolares con TEL poseen déficits o problemas en: decodificación de sonidos verbales, integración de la secuencia temporal del estímulo, y en la memoria de trabajo fonológica. Agregan además que estas alteraciones llevarían a una reducción a nivel global de la comunicación en el menor con TEL, afectando especialmente el nivel fonológico y en el nivel de diferenciación auditiva de las características distintivas de los fonemas. En relación a este estudio, surge la incertidumbre, por parte de los autores de este seminario de investigación, acerca de si los resultados arrojados pueden ser extrapolados a los niños con TEL hablantes de otras lenguas, ya que la prueba utilizada fue en idioma checo.

#### **2.4.2.2. Interacción binaural**

En lo que respecta al proceso de interacción binaural, se ha visto que los individuos con TEL presentan frecuentemente dificultades en la discriminación del habla con ruido de fondo. Para un rendimiento óptimo en este tipo de tareas es esencial un correcto proceso de interacción binaural (Chandrasekaran, Hornickel, Skoe, Nicol & Kraus, 2009; Rader, Fastl & Baumann, 2013; Henkin, Givon, Yaar-Soffer & Hildesheimer, 2011). Clarke y Adams (2007) se cuestionaron acerca de 1) si la interacción binaural a nivel de tronco encefálico difiere entre niños con TEL y sus similares

con desarrollo típico y 2) si hay alguna relación entre el proceso de interacción biaural y la severidad del trastorno de lenguaje. Intentaron determinar el componente de interacción biaural (CIB) de niños con y sin TEL. El CIB es la diferencia aritmética entre la suma de los potenciales evocados auditivos monoaurales para cada oído y los potenciales evocados binaurales (Delb, Strauss, Hohenberg & Plinkert, 2003). Utilizaron estímulos click de rarefacción con una duración de 100  $\mu$ s. y una intensidad de 94 dB SPL, los que se presentaron aleatoriamente tanto mono como biauralmente, con una tasa de repetición de 11,1 clics por segundo. Al comparar los CIB en el tronco encefálico entre ambas muestras se observa que los niños con TEL tuvieron una amplitud de los CIB significativamente menor que el grupo de comparación. Sin embargo, no se encontró una relación clara entre las medidas de los CIB y la severidad del trastorno del lenguaje. Se concluyó que en algunos menores el TEL puede estar asociado con una reducción de la interacción biaural, lo que puede dificultar la detección o localización de los sonidos verbales en contextos ruidosos durante los períodos críticos de adquisición del lenguaje (Clarke & Adams, 2007).

#### **2.4.3. ¿Relación causal entre TPA y TEL?**

Respecto a una posible relación causal entre TPA y TEL, la ASHA (2005) señala que ambos trastornos pueden coexistir, al igual que con otros trastornos como déficit atencional y/o trastorno de aprendizaje. Sin embargo, no necesariamente hay una relación causal por parte del TPA como factor desencadenante de TEL o trastornos similares (ASHA, 2005). Rosen (2003) llegó a una conclusión similar respecto a esto en relación al TEL. Él menciona que los niños con TEL a menudo demuestran dificultades con las habilidades íntimamente ligadas a la audición tales como la percepción, procesamiento auditivo, memoria y atención. Dado el conocimiento científico, es sabido que existe una gran cantidad de variación individual en las habilidades de procesamiento auditivo en las poblaciones con TEL y el rendimiento asociado a este deterioro se observa por lo general en sólo una pequeña proporción de ellos (Bishop & McArthur, 2005; McArthur & Bishop, 2001). Sin embargo, hay casos de niños con TEL donde solo algunas habilidades auditivas se ven afectadas, por lo tanto, puede haber personas que al parecer tengan un procesamiento auditivo normal. En este contexto, Rosen (2003) señala que los déficit auditivos no parecen estar causalmente

relacionados con los trastornos del lenguaje, sólo se producen en asociación con ellos. Jerger (2009) y Leonard (1998 en Miller & Wagstaff, 2011) señalan que el TPA y el TEL son considerados trastornos de la comunicación en el desarrollo, ambos han sido estudiados durante décadas por clínicos e investigadores. Miller y Wagstaff (2011) afirman que hay poca investigación directa sobre la superposición de los síntomas observados en niños con TPA y los niños con TEL. Dichos investigadores intentaron dilucidar la relación entre el perfil cognitivo-conductual de niños con TEL y sus pares con TPA. Ambos grupos de estudio realizaron tareas que medían su procesamiento auditivo, gramática y vocabulario, fluencia de lectura, memoria de trabajo verbal y no verbal, y velocidad motora. No hubo diferencias significativas entre ambos grupos. Se evidenció que probablemente no exista un perfil cognitivo-conductual asociado con un diagnóstico de TPA. Sin embargo la falta de un perfil distinto es consistente con las conclusiones obtenidas por Dawes, Bishop, Sirimanna y Bamiou (2008), así como la observación repetida de que los niños con TPA tienen dificultades de lenguaje, lectura y ortografía (Miller & Wagstaff, 2011; Moncrieff, Demarest, Mormer & Littlepage, 2014).

Un estudio que relaciona el procesamiento auditivo, TEL y la alfabetización es el realizado por Vandewalle, Boets y Ghesquière en 2012. Esta investigación incluyó el estudio de aspectos como la percepción del habla, fonología, alfabetización, habilidad en el lenguaje oral auditivo y procesamiento auditivo, este último fue medido a partir de pruebas de detección de frecuencia modulada (el menor debe detectar la presencia o ausencia de una onda sinusoidal de 2 Hz modulada dentro de un tono de 1000 Hz) y detección de *gap* entre los canales (prueba que fue diseñada para probar los mecanismos auditivos involucrados en el procesamiento temporal de la voz). Se evaluaron a 1) niños con TEL con retraso en la alfabetización (TEL-RA), 2) niños con TEL con alfabetización normal (TEL-AN) y 3) niños con desarrollo típico (DT). En los resultados destaca el bajo rendimiento del grupo TEL-RA con respecto a los otros dos grupos en cuanto a percepción verbal, lo cual no sucede en el procesamiento temporal de estímulos no verbales. Las correlaciones evidencian que las tareas de procesamiento auditivo (detección de una señal modulada y detección de *gaps*) se relacionan significativamente con la conciencia fonológica y la memoria de trabajo verbal, no así con el lenguaje oral ni la alfabetización. Los resultados sugieren que la percepción del habla y el procesamiento auditivo, son habilidades lingüísticas independientes, que influyen de forma paralela en el desarrollo de la alfabetización (Vandewalle, Boets & Ghesquière, 2011). En relación a esto, los resultados de los

estudios de Fraser, Goswami y Conti-Ramsden (2010) y McArthur y Bishop (2004) sugieren que el procesamiento auditivo se refiere específicamente a la lectura y no a la capacidad del lenguaje oral. Sin embargo, otros hallazgos, sugieren que el procesamiento auditivo temporal (Heath, Hogben & Clark, 1999) y la percepción del habla (Robertson et al., 2009) estarían vinculados a la capacidad de desarrollar lenguaje oral (Vandewalle, Boets & Ghesquière, 2011).

Considerando los distintos estudios que se han discutido en este capítulo, se puede apreciar que no existe consenso entre una posible asociación entre trastornos en el procesamiento de la información auditiva y presencia de un TEL. por otra parte, se aprecia que un gran número de estudios no ha incorporado covariables como la memoria de trabajo. Lo anterior cobra importancia ya que se ha demostrado que los menores con TEL presentan un déficit a nivel de la memoria de trabajo, influyendo además esta variable en el desempeño comportamental de tareas de la función auditiva central.

Si bien existen variadas investigaciones que vinculan el TPA en los niños con TEL, la mayoría de los estudios encontrados aborda el TEL de forma general, sin buscar caracterizar el PA en un tipo específico ni en una severidad dada del trastorno. Lo que implica una caracterización más bien global de éste, sin ahondar en patrones más específicos de clasificación que podrían entregar una posible asociación entre algún subtipo de TEL y alteraciones a nivel de PA. También se considera relevante la inclusión de estudios longitudinales que permitirían establecer o rechazar relaciones causales entre el TPA y el TEL, ya que la mayoría de los estudios actuales son de tipo transversal cuya estructuración no permite establecer un modelo causa-consecuencia. Asimismo, el grupo de estudio que prima en gran parte de las investigaciones consta de una población más bien infanto-juvenil, viéndose en menor proporción adolescentes o adultos.

Finalmente, otro aspecto que se logró observar a través de la revisión bibliográfica fue una escasez de estudios que tuvieran por objetivo el describir como es el procesamiento auditivo en niños chilenos. Los estudios que existen en Chile, en relación a la temática expuesta en este seminario, abarcan las habilidades de procesamiento auditivo en niños con TEL entre 4 años a 4 años 11 meses (Ampuero, Arenas, Cesari, Lange & Nieto, 2005) y también entre 5 años y 5 años 11 meses

(Correa, Pérez & Soto, 2012), rangos de edad inferiores al abarcado en esta investigación. Por otra parte, otras investigaciones han buscado normalizar los valores de una batería de pruebas de procesamiento auditivo en niños de entre 5 años y 6 años 11 meses (Balmaceda, Beiza, Díaz, Vargas & Vásquez, 2008) así como edades de entre 7 años a 8 años 11 meses (Campos, Ruíz, Santander, Undurraga, Valdés, 2008). Por lo anterior el objetivo de esta investigación es determinar una posible asociación entre el desempeño en tareas psicoacústicas relacionadas al procesamiento auditivo y la presencia de TEL en niños hispanohablantes de 7 a 10 años 11 meses, pertenecientes a un colegio con proyecto de integración en Santiago de Chile con TEL y con desarrollo típico, teniendo en consideración variables cognitivas como la memoria de trabajo y atención.

### 3. HIPÓTESIS

Los niños de 7 a 10 años 11 meses pertenecientes a un colegio con proyecto de integración de la región Metropolitana con trastorno específico del lenguaje presentan un déficit en tareas psicoacústicas de procesamiento auditivo en comparación a sus pares con desarrollo típico.

$H_0$ : Los niños con TEL de 7 a 10 años 11 meses no presentan un déficit en tareas psicoacústicas de procesamiento auditivo en comparación a sus pares con desarrollo típico.

$H_1$ : Los niños con TEL de 7 a 10 años 11 meses presentan un déficit en tareas psicoacústicas de procesamiento auditivo en comparación a sus pares con desarrollo típico.

## 4. OBJETIVOS

### Objetivo General

1. Determinar una posible asociación entre el desempeño en tareas psicoacústicas relacionadas al procesamiento auditivo y la presencia de TEL en niños hispanohablantes de 7 a 10 años 11 meses, pertenecientes a un colegio con proyecto de integración en Santiago de Chile con TEL y con desarrollo típico.

### Objetivos Específicos

1. Describir el desempeño en tareas psicoacústicas relacionadas al procesamiento auditivo central en menores de 7 a 10 años 11 meses con desarrollo típico pertenecientes a un colegio con proyecto de integración en Santiago de Chile.
2. Describir el desempeño en tareas psicoacústicas relacionadas al procesamiento auditivo central en menores de 7 a 10 años 11 meses diagnosticados con TEL pertenecientes a un colegio con proyecto de integración en Santiago de Chile.
3. Determinar una posible asociación entre el desempeño lingüístico en menores con TEL y menores con desarrollo típico del lenguaje y el desempeño en tareas psicoacústicas relacionadas al procesamiento auditivo.

## **5. MATERIAL Y MÉTODO**

### **5.1. Tipo de diseño**

- Analítico
- Transversal
- No experimental

### **5.2. Variables**

1. Variable independiente: Presencia de trastorno específico del lenguaje.
2. Variable dependiente: Desempeño en pruebas psicoacústicas relacionadas al procesamiento auditivo.
3. Covariables: Memoria de trabajo, atención sostenida y edad.

### 5.3. Descripción operacional de Objetivos y Variables

<b>Categoría</b>	<b>Objetivo específico</b>	<b>Variable</b>	<b>Subvariables</b>	<b>Definición de variable</b>	<b>Evaluación</b>
Mili-segundos (ms)	1. Describir el desempeño en tareas psicoacústicas relacionadas al procesamiento temporal en menores de 7 a 10 años 11 meses con desarrollo típico pertenecientes a un colegio con proyecto de integración en Santiago de Chile.	Procesamiento temporal	Resolución temporal	Proceso auditivo encargado de la percepción de los aspectos temporales del sonido dentro de una ventana de tiempo definida o restringida.	ATTR
Porcentaje (%)		Integración binaural	- Escucha dicótica - Escucha dicótica	Proceso auditivo encargado de procesar información diferente presentada simultáneamente en ambos oídos.	Dígitos dicóticos
Porcentaje (%)					Bisílabos dicóticos
Mili-segundos (ms)	2. Describir el desempeño en tareas psicoacústicas al procesamiento auditivo en menores de 7 a 10 años 11 meses	Procesamiento temporal	Resolución temporal	Proceso auditivo encargado de la percepción de los aspectos temporales del sonido dentro de una ventana de tiempo definida o restringida.	ATTR

	diagnosticados con TEL pertenecientes a un colegio con proyecto de integración en Santiago de Chile.				
Porcentaje (%)		Integración binaural	Escucha dicótica	Proceso auditivo encargado de procesar información diferente presentada simultáneamente en ambos oídos.	Dígitos dicóticos
Porcentaje (%)					Bisílabos dicóticos
Mili-segundos (ms)	3. Establecer una posible asociación entre el desempeño en las pruebas psicoacústicas del procesamiento auditivo y la presencia de trastorno específico del lenguaje o desarrollo típico.	Procesamiento temporal	Resolución temporal	Proceso auditivo encargado de la percepción de los aspectos temporales del sonido dentro de una ventana de tiempo definida o restringida.	ATTR
Porcentaje (%)		Integración binaural	Escucha dicótica	Proceso auditivo	Dígitos dicóticos
Porcentaje (%)					Bisílabos dicóticos
Sí, No		TEL	TEL	Presencia de diagnóstico de TEL	Diagnóstico o previo de TEL, realizado por un profesional.

Puntaje		Desempeño en pruebas comportamentales	Inteligencia no verbal	Percepción de tamaño, de orientación en el espacio en una dirección y en dos direcciones simultáneamente, comprensión de figuras discretas especialmente relacionadas con un todo, análisis de un todo en sus componentes, capacidad de concebir figuras correlativas, educación de correlaciones.	Test de Matrices Progresivas en Color.
Percentil			Comprensión gramatical	Capacidad para entender las reglas que rigen a una lengua en particular.	CEG
Puntaje respuestas correctas			Memoria de trabajo auditiva	Proceso cognitivo encargado de procesar y mantener On-line información auditiva.	WISC III, subprueba de retención de dígitos
Porcentaje (%)			Atención	Función cognitiva encargada de focalizar y mantener diferentes recursos mentales en un(os) objeto(s), acción(es) o pensamiento(s) Específico(s)	Conners' CPT II

#### 5.4. Población y grupo de estudio

Para la realización de esta investigación se requirió de niños que conformarán el grupo TEL y otros el grupo sin TEL. El primer grupo fue compuesto por un total de 16 niños (n=16) previamente diagnosticados con TEL, pertenecientes a un colegio con proyecto de integración de la Región Metropolitana, mientras que el grupo sin TEL se conformó por un total de 16 niños (n=16) normooyentes y con desarrollo típico, quienes fueron pareados por nivel socioeconómico de sus familias y edad (igual edad en años con una diferencia máxima de +/- 6 meses). El rango de edad en ambos grupos es de 7 años a 10 años 11 meses.

#### 5.5. Instrumentos

1. Otoscopio Riester e-scope XL 2111-202.
2. Audiómetro portátil Maico MA41 con fonos TDH-39 calibrados.
3. Pruebas de Procesamiento Auditivo instaladas en computador portátil HP mini 110-3500 cuyo modelo de tarjeta de sonido es 6.10.6296.0 for Windows 7 con fonos Memorex NC100:
  - 3.1. Dígitos dicóticos (Fuente, 2009).
  - 3.2. Bisílabos dicóticos (Fuente, sin publicar).
  - 3.3. Adaptive Test of Temporal Resolution, ATTR (Lister & Roberts, 2005).
4. Test de Matrices progresivas en color (Raven, 1947).
5. Test de comprensión de estructuras gramaticales, CEG (Mendoza, Carballo, Muñoz, & Fresneda 2005).
6. Test de retención de dígitos de la prueba WISC III (Weshler, 1994).
7. Conners' Continuous Performance Test II, CPT II (Conners, 2000). Software instalado en computador portátil Acer.

## 5.6. Procedimientos de selección de la muestra

La muestra de esta investigación correspondió a una muestra por conveniencia, la cual fue seleccionada a partir del contacto con las instituciones educacionales con proyecto de integración de Santiago de Chile que accedieron a ser partícipes de esta investigación. Esto con previa autorización del director del recinto.

Para participar en esta investigación, los padres de los menores involucrados, debieron firmar previamente un consentimiento informado (ver ANEXO 1) autorizando la participación de cada sujeto estudiado.

Los procedimientos de evaluación para la selección de la muestra fueron llevados a cabo en aulas, laboratorio y biblioteca de los establecimientos educacionales.

Se realizó en una primera instancia una evaluación audiológica en el recinto educacional. Esta consistió en:

1. Otoscopía bilateral: Con el objetivo de verificar la integridad de la membrana timpánica y la ausencia de una obstrucción o anomalía a nivel de oído externo.
2. Audiometría tonal liminal: Se buscó determinar los umbrales mínimos de audición por vía aérea, en las frecuencias de 250, 500, 1.000, 2.000, 4.000 y 8.000 Hz; con estímulos de tipo tonos puros intermitentes, entregados a través de fonos utilizando el audiómetro portátil. El menor debió responder presionando el pulsador cada vez que escuchaba el tono.
3. Discriminación de la palabra: Se buscó evaluar la capacidad del sujeto para discriminar 20 estímulos verbales de tipo monosílabos. Se realizó a 30 dB HL sobre el promedio tonal puro (promedio de los umbrales en las frecuencias 500, 1.000 y 2.000) en ambos oídos, con un mínimo de 45 dB HL.

Además se realizó una evaluación tanto lingüística como de habilidades cognitivas no verbales para corroborar el diagnóstico de TEL y la presencia de desarrollo típico. Las pruebas realizadas fueron:

1. Test de comprensión de estructuras gramaticales, CEG (Mendoza, Carballo, Muñoz, & Fresneda, 2005): Instrumento diseñado para evaluar la comprensión gramatical correspondiente a los niños de 4 a 11 años de edad. Se realizó a través de la elección

múltiple, consistente en elegir entre cuatro dibujos el que correspondía a la oración leída por el examinador. No requiere ningún tipo de respuesta verbal. Contiene 80 bloques con 4 estímulos cada uno, permitiendo dos tipos de puntuaciones: la puntuación dada por el número total de estímulos correctos y aquella dada por el total de bloques correctos. Para que un bloque fuese considerado correcto era necesario que los 4 estímulos que contiene estén correctos. Luego de obtenidas las puntuaciones, los menores fueron situados en percentiles estandarizados por edad.

2. Test de matrices progresivas (escala coloreada) (Raven, 1947): Test de inteligencia no verbal, de aplicación individual o colectiva, compuesto por una serie de problemas donde el sujeto selecciona piezas faltantes que completarían un dibujo presentado. Consta de tres series (A, Ab y B) las cuales están organizadas en dificultad creciente. Para esta investigación se aplicó el cuadernillo del test debido a que está diseñado para niños de 6 a 10 años 11 meses. Los menores fueron situados en rangos.

La obtención de resultados dentro de la normalidad condiciona la participación de los sujetos en el estudio. Además deben cumplir con los siguientes criterios:

### **5.7. Criterios de Exclusión**

Quedaron excluidos de la muestra aquellos niños que presentaron:

- a. Conducto auditivo externo (CAE) y membrana timpánica con alguna alteración observable vía otoscopía.
- b. Umbrales auditivos por vía aérea sobre 20 dB HL en las frecuencias de 250, 500, 1.000, 2.000, 4.000 y 8.000 Hz.
- c. Percepción del habla en silencio a través de discriminación de la palabra con monosílabos bajo 92%.
- d. Alteraciones neurológicas o presencia de algún trastorno de tipo cognitivo (por ejemplo, déficit intelectual).
- e. Antecedentes de otitis a repetición.

## 5.8. Criterios de Inclusión

### Grupo estudio:

- a. Edad entre 7 años a 10 años 11 meses.
- b. Niños con diagnóstico previo de TEL.
- c. Ausencia de hipoacusia.
- d. Sin antecedentes de otitis a repetición.
- e. Desempeño bajo la variación estándar en el test CEG.
- f. Desempeño dentro de los rangos de normalidad en el Test de Raven.

### Grupo control:

- a. Edad entre 7 años a 10 años 11 meses.
- b. Niños con desarrollo típico.
- c. Ausencia de hipoacusia.
- d. Desempeño dentro de los rangos de normalidad en el test CEG.
- e. Desempeño dentro de rangos de normalidad en el Test de Raven.

## 5.9. Procedimientos para la obtención de datos

Para la obtención de los datos se realizaron diversas pruebas a cada uno de los participantes:

### 1. Evaluación cognitiva (memoria de trabajo y atención)

- a. Retención de dígitos de la prueba WISC III (Weshler, 1994): Consiste en una subprueba de WISC III, en que se evalúa la memoria auditiva a corto plazo, secuenciación, independencia de la distracción, facilidad con los números y alerta mental. En primera instancia se le dijeron al menor 14 series numéricas que constaban desde 3 hasta 9 unidades, las cuales debía repetir, luego se le dijeron otras 14 series de las mismas características que las anteriores, las que tenían que ser elicitadas inversamente. Cada serie elicitada de forma correcta correspondió a un punto.
- b. Conners' Continuous Performance Test II, CPT II (Conners, 2000): Es un software que presenta una serie de estímulos (letras) en sucesión rápida y a

intervalos de presentación variables. La persona evaluada debió presionar la barra espaciadora del teclado lo más rápido posible cuando aparecía cualquier grafema, exceptuando la "X". Finalizado el test, el programa entregó un análisis del perfil atencional del menor comparando sus resultados con datos normativos para: atención selectiva, atención sostenida e impulsividad.

## 2. Evaluación del procesamiento auditivo:

Todas estas pruebas fueron realizadas en el establecimiento educacional, en una sala de clases previamente facilitada y con poco ruido. A continuación se detallarán cada una de ellas:

1. Dígitos dicóticos (Fuente, 2009): Prueba que forma parte de la batería Santiago APD. Su objetivo es evaluar el proceso de integración binaural mediante la presentación de dos pares de números que pueden ir del 1 al 10, se presenta una totalidad de 20 estímulos. El menor escuchó dos números distintos que fueron presentados al mismo tiempo por cada oído, a intensidad confortable, luego escuchó dos números más presentados de la misma forma. El menor debió elicitar ambos pares numéricos, los cuales fueron cotejados en un protocolo de respuesta. El puntaje fue dado en porcentaje de respuestas correctas para cada oído.
2. Bisílabos dicóticos (Fuente, sin publicar): Prueba realizada por Adrián Fuente, pero que aún no es publicada. Para esta investigación se realizaron el sub test 1 y 2, así se logró contar con una mayor cantidad de estímulos. Su objetivo es evaluar el proceso de integración binaural. La prueba consistió en que al menor se le presentaron dos palabras distintas de forma simultánea, una por cada oído, a intensidad confortable. Todas las palabras correspondían a bisílabos en español. El sujeto debía repetir lo escuchado, lo cual fue revisado con una lista de cotejo. El puntaje fue dado en porcentaje de respuestas correctas para cada oído.
3. Adaptive Test of Temporal Resolution, ATTR (Lister & Roberts, 2005): Es un software que busca evaluar la capacidad del sistema auditivo para detectar un *gap* o espacio (corte) de silencio en el interior de un sonido. Para la prueba se situó al menor frente a un computador con audífonos Memorex, la intensidad de presentación de los estímulos de la prueba fue la que el menor refirió como confortable. Se utilizó en una primera instancia la prueba *practice NBN WC* para

enseñarle la modalidad al menor. Una vez que el menor comprendía lo que debía hacer se aplicó la subprueba *NBN Within-channel Gap Detection*. Esta consistía en la presentación de tres estímulos auditivos, representados por 3 figuras en el ordenador. El sujeto debía señalar en el computador el estímulo auditivo que sonó diferente al primero. Este software se adapta a las respuestas obtenidas en busca de un umbral de detección de *gap* aritmético y geométrico, para esta investigación se utilizó el umbral de detección de *gap* aritmético.

Los resultados obtenidos, tanto en las pruebas de selección de la muestra como en la evaluación del procesamiento auditivo, fueron registrados en los protocolos correspondientes a cada prueba realizada. Además cada menor poseía un instrumento de recolección de datos, el cual se detalla en el siguiente apartado y resume sus resultados personales. Todas estas pruebas fueron previamente aplicadas a un grupo elegido por conveniencia en contexto de pilotaje, compuesto tanto por adultos como por niños sin antecedentes de TEL pertenecientes al rango etario de esta investigación.

### 5.10. Instrumento de recolección de datos

Este instrumento será utilizado para cada sujeto de la muestra.

Folio: \_\_\_\_\_

Nombre:

Fecha de nacimiento:

Edad:

Lateralidad:

Curso:

Institución:

Consentimiento informado firmado por: \_\_\_\_\_

Marque con una cruz cuando corresponda:

Grupo Control: \_\_\_\_\_ Grupo Estudio: \_\_\_\_\_

Pruebas audiológicas:

Prueba	Resultado	
	OI	OD
Otoscopía		
Curva Audiometría		
PTP		
DP		

Pruebas lingüísticas y cognitivas:

Prueba	Resultado
Test de Raven	
Test de comprensión de estructuras gramaticales (CEG)	
Retención de dígitos de la prueba WISC III	
Conners' CPT II	

Pruebas procesamiento auditivo:

Prueba	% Oído izquierdo	% Oído derecho	% Total
Bisílabos dicóticos <ul style="list-style-type: none"><li>• Subtest 1</li><li>• Subtest 2</li></ul>			
Dígitos dicóticos			
ATTR (media aritmética) % Biaural			

Observaciones:

---

---

---

---

---

## 6. RESULTADOS

### Características de la muestra

Para el desarrollo de la investigación se evaluaron niños pertenecientes a 2 establecimientos educacionales de la comuna de Peñalolén, los cuales cuentan con proyecto de integración escolar (PIE). La cantidad total de niños evaluados fue de 38 (19 de sexo femenino y 19 de sexo masculino), de los cuales 19 presentaban diagnóstico previo de TEL y 19 sin diagnóstico de TEL, de entre 7 y 10 años 11 meses de edad. De estos 38 niños, 5 no cumplieron con los criterios de inclusión y a 1 no se le pudo realizar todas las pruebas. Por tanto, quedó como resultante una muestra de 32 niños, de los cuales 16 presentaban diagnóstico previo de TEL y 16 niños sin diagnóstico de TEL. Ambos grupos fueron pareados en edad (7 años a 10 años 10 meses con  $\pm 6$  meses) y nivel socioeconómico.

### Análisis de los datos

Para el análisis de los datos de las pruebas aplicadas a ambos grupos se utilizó el software SPSS 17 y Microsoft Office Excel 2003. A continuación se detallan los métodos estadísticos y el orden en que se presentarán los resultados obtenidos:

1. **Estadística descriptiva:** a través de fórmulas Excel se obtuvo el porcentaje de la frecuencia absoluta, promedio y desviación estándar (D.E.) para las siguientes pruebas, a excepción de la otoscopia:
  - a. **Pruebas audiométricas:** constituidas por la otoscopia, audiometría tonal liminar, resumida en promedio tonal puro (PTP) y discriminación de la palabra (DP). Pruebas de evaluación cognitiva: constituidas por la subprueba de Retención de dígitos de la prueba WISC III y *Conners' Continuous Performance Test II* (CPT II).
  - b. **Pruebas de procesamiento auditivo:** conformadas por Dígitos Dicóticos (DD), Bisílabos Dicóticos 1 (BD 1), Bisílabos Dicóticos 2 (BD2) y *Adaptive Test of Temporal Resolution* (ATTR).

## 2. Estadística analítica:

### 2.1 Aplicación de la prueba de Mann Whitney U para realizar la comparación entre ambos grupos (TEL y no TEL) en:

- a. Pruebas de evaluación cognitiva: constituidas por la subprueba de Retención de dígitos de la prueba WISC III y *Conners' Continuous Performance Test II* (CPT II).
- b. Pruebas de procesamiento auditivo, conformadas por Dígitos Dicóticos 1 (DD), Bisílabos Dicóticos 1 (BD 1), Bisílabos Dicóticos 2 (BD2) y *Adaptive Test of Temporal Resolution* (ATTR).

### 2.2 Correlaciones de Spearman entre las siguientes variables:

- a. Edad.
- b. Pruebas de evaluación cognitiva: constituidas por la subprueba de Retención de dígitos de la prueba WISC III y *Conners' Continuous Performance Test II* (CPT II).
- c. Pruebas de procesamiento auditivo, conformadas por Dígitos Dicóticos (DD), Bisílabos Dicóticos 1 (BD 1), Bisílabos Dicóticos 2 (BD2) y *Adaptive Test of Temporal Resolution* (ATTR).

### 2.3 Análisis de covarianza (ANCOVA): modelo lineal general con una variable cuantitativa y uno o más factores

Procedimiento estadístico que permite eliminar la heterogeneidad causada en la variable de interés (variable dependiente) por la influencia de una o más variables cuantitativas (covariables). Para efectos de esta investigación, el análisis de covarianza se realizó en base al desempeño obtenido en la prueba CEG y eliminando la covariable edad.

## **6.1. Análisis estadístico descriptivo**

### **6.1.1. Pruebas de selección de la muestra**

#### **6.1.1.1. Screening Auditivo y Pruebas Audiológicas**

Con respecto al *screening* auditivo aplicado al total de los niños seleccionados (n=32) todos fueron calificados como normoyentes y ninguno de estos presentó alteraciones observables a través de otoscopia bilateral. El PTP promedio obtenido por los niños del grupo TEL fue de 16,43 dB (DE=  $\pm 9,26$  dB) en oído izquierdo y 16,13 dB (DE=  $\pm 8,61$  dB) en oído derecho. Mientras que en el grupo control el PTP promedio fue de 15,4 dB (DE=  $\pm 7,14$ ) en oído izquierdo y 16,1 dB (DE=  $\pm 7,21$ ) en oído derecho. Con respecto a la discriminación de la palabra (DP), el promedio del grupo TEL fue de 95% (DE=  $\pm 2,73$ ) en oído izquierdo y 94,25% (DE=  $\pm 2,05$ ) en oído derecho. Por su parte, la DP promedio del grupo sin TEL fue de 91,13% (DE=  $\pm 16,51$ ) en oído izquierdo y 94,5% (DE=  $\pm 2,48$ ) en oído derecho. El análisis más específico respecto al desempeño auditivo en pruebas audiométricas de ambos grupos se encuentra en el ANEXO 3.

#### **6.1.1.2. Test de Matrices Progresivas de Raven (escala coloreada)**

Con respecto al Test de matrices progresivas aplicado al total de los niños seleccionados (n=32), se observó que los niños pertenecientes al grupo TEL obtuvieron un promedio de 30,44 puntos (DE=  $\pm 3,95$ ), mientras que en el grupo sin TEL el promedio fue de 32,06 puntos (DE=  $\pm 2,57$ ).

El análisis más específico respecto al desempeño en el Test de matrices progresivas de Raven (escala coloreada) en ambos grupos se encuentra en el ANEXO 3.

### **6.1.2. Pruebas de obtención de datos**

#### **6.1.2.1. Pruebas Cognitivas y lingüísticas:**

##### **6.1.2.1.1. Subpruebas Retención de dígitos WISC III**

En cuanto al puntaje obtenido en la subprueba de retención de dígitos en orden directo WISC III para el total de los niños seleccionados ( $n=32$ ), el promedio obtenido por los niños del grupo TEL fue de 4,13 dígitos ( $DE=\pm 1,45$ ). Mientras que en el grupo sin TEL el desempeño promedio fue de 4,7 dígitos ( $DE=\pm 1,4$ ).

El análisis más específico respecto al desempeño en la subprueba de retención de dígitos directos WISC III de ambos grupos se encuentra en la Tabla I.

**Tabla I. Distribución de los niños del grupo TEL y grupo sin TEL según puntaje obtenido en la subprueba de retención de dígitos directos WISC III**

Puntaje	Grupo TEL		Grupo sin TEL	
	n	%	n	%
1	0	0	0	0
2	2	12,5	0	0
3	5	31,25	4	25
4	2	12,5	3	18,75
5	3	18,75	5	31,25
6	4	25	2	12,5
7	0	0	2	12,5
Total	16	100	16	100

En la tabla I se observa que el grupo TEL presentó mayor porcentaje en la retención de 3 dígitos con un 31,25% de ellos, mientras que en el grupo sin TEL el mayor porcentaje se situó en la retención de 5 dígitos con un 31,25% de ellos.

En cuanto al puntaje obtenido en la subprueba de retención de dígitos inversos WISC III para el total de los niños seleccionados ( $n=32$ ), el promedio obtenido por los niños del grupo

TEL fue de 3 dígitos ( $DE=\pm 0,97$ ). Mientras que en el grupo sin TEL el desempeño promedio fue de 3,9 dígitos ( $DE=\pm 0,8$ ).

El análisis más específico respecto al desempeño en la subprueba de retención de dígitos inversos WISC III de ambos grupos se encuentra en la Tabla II.

**Tabla II. Distribución de los niños del grupo TEL y grupo sin TEL según puntaje total obtenido en la subprueba de retención de dígitos inversos WISC III.**

Puntaje	Grupo TEL		Grupo sin TEL	
	n	%	n	%
1	0	0	0	0
2	6	37,5	0	0
3	5	31,25	5	31,25
4	4	25	7	43,75
5	1	6,25	4	25
6	0	0	0	0
7	0	0	0	0
Total	16	100	16	100

En la tabla II se observa que el grupo sin TEL presentó mayor porcentaje en la retención de 3 dígitos con un 31,25% de ellos, mientras que en el grupo sin TEL el mayor porcentaje se situó en la retención de 4 dígitos con un 43,75% de ellos.

En cuanto al puntaje total (suma de los dígitos repetidos en orden directo e inverso) obtenido en la subprueba de retención de dígitos WISC III para el total de los niños

seleccionados (n=32), el promedio obtenido por los niños del grupo TEL fue de 7,13 dígitos (DE= $\pm$ 2,09). Mientras que en el grupo sin TEL el desempeño promedio fue de 8,63 dígitos (DE= $\pm$  1,93).

El análisis más específico respecto al desempeño en la subprueba de retención de dígitos WISC III de ambos grupos se encuentra en la Tabla III.

**Tabla III. Distribución de los niños del grupo TEL y grupo sin TEL según el puntaje total obtenido en la subprueba de retención de dígitos WISC III.**

Puntaje	Grupo TEL		Grupo sin TEL	
	N	%	n	%
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	1	6,25	0	0
5	3	18,75	0	0
6	4	25	3	18,75
7	1	6,25	2	12,5
8	3	18,75	2	12,5
9	1	6,25	5	31,25
10	2	12,5	0	0
11	1	6,25	3	18,75
12	0	0	1	6,25
Total	16	100	16	100

La tabla III muestra los porcentajes totales para cada grupo. Se observa en el grupo TEL que la mayoría de los niños lograron un desempeño de retención de 6 dígitos con un 25% de ellos, mientras que en el grupo sin TEL, la mayor parte de estos niños lograron un desempeño de retención de 9 dígitos con un 31,25% de ellos.

#### 6.1.2.1.2. Conners' CPT II

Con respecto a la prueba Conners' CPT II aplicada al total de los niños seleccionados ( $n=32$ ), se observó que los niños obtuvieron un promedio de 62,9% ( $DE=\pm 16,8$ ), lo que equivale a un perfil no clínico de atención – es decir, no presentan rasgos de atención concordantes con un TDAH- para el grupo TEL, y un promedio de 61,2% ( $DE=\pm 12,8$ ), lo que equivale a un perfil no clínico para el grupo sin TEL.

El análisis más específico respecto al desempeño en la prueba Conners' CPT II de ambos grupos se encuentra en la Tabla IV.

**Tabla IV. Distribución de los niños del grupo TEL y grupo sin TEL según desempeño obtenido en prueba Conners' CPT II.**

Porcentaje de perfil no clínico	Grupo TEL		Grupo sin TEL	
	n	% perfil no clínico	n	% perfil no clínico
0-20	0	0	0	0
21-40	1	6,25	11	68,75
41-60	8	50	3	18,75
61-80	3	18,75	0	0
81-100	4	25	2	12,5
Total	16	100	16	100

En la tabla IV es posible observar que el grupo TEL presentó un mayor desempeño para el rango de entre [41- 60] con un 50% de perfil no clínico, mientras que el grupo sin TEL

presentó un mayor desempeño, teniendo el mayor porcentaje en el intervalo de [21-40] con un 68,75% de perfil no clínico.

#### 6.1.2.1.3. Test de Comprensión de Estructuras Gramaticales (CEG)

Con respecto a la prueba CEG aplicada al total de los niños seleccionados (n=32), se observó que los niños pertenecientes al grupo TEL obtuvieron un promedio de 62,38 puntos (DE= $\pm$  26,43), mientras que en el grupo sin TEL el promedio fue de 71,8 puntos (DE= $\pm$  26). El análisis más específico respecto al desempeño en la prueba CEG en ambos grupos se encuentra en la Tabla V.

**Tabla V. Distribución de frecuencia y porcentaje del grupo TEL y grupo sin TEL según el percentil obtenido respecto al desempeño en la prueba de Comprensión de Estructuras Gramaticales (CEG).**

Pc CEG	Grupo TEL		Grupo sin TEL	
	n	%	n	%
0-20	1	6,25	2	12,5
21-40	2	12,5	0	0
41-60	3	18,75	2	12,5
61-80	7	43,75	4	25
81-99	3	18,75	8	50
Total	16	100	16	100

En la tabla V se observa que, tanto en el grupo TEL como en el grupo sin TEL, el rendimiento de la mayoría de los niños se ubicó dentro de los percentiles superiores (entre 60 y 99). Los puntajes más altos del grupo TEL se presentaron en el intervalo [61-80], con un 43,75%. Por otro lado, el grupo TEL tuvo 1 miembro de su muestra dentro del percentil más bajo (6,25%). En tanto, en el grupo sin TEL, la mitad de su muestra se encontró dentro del intervalo [81-100] con un 50%; sin embargo, tuvo el 12,5% de sus representantes rindiendo dentro del percentil más bajo.

### **6.1.2.2. Pruebas de Procesamiento Auditivo**

#### **6.1.2.2.1. Escucha Dicótica**

Con respecto a las pruebas de escucha dicótica de procesamiento auditivo aplicadas al total de los niños seleccionados ( $n=32$ ), se observó en la prueba de Bisílabos Dicóticos test 1 (BD1) un promedio de 58,9 % ( $DE=\pm 18,5$ ) en el oído izquierdo y un promedio 57,5 % ( $DE=\pm 19,4$ ) en el oído derecho en el grupo TEL. En el grupo sin TEL se observó un promedio de 65,1 % ( $DE=\pm 12,4$ ) en el oído izquierdo y un promedio 71,8 % ( $DE=\pm 18,4$ ) en el oído derecho. El promedio total, es decir, el promedio del porcentaje de números repetidos correctamente entre el oído derecho e izquierdo para el grupo TEL en BD1 fue de 58,2 % ( $DE=\pm 14,7$ ), mientras que en el grupo sin TEL fue de 68,5 % ( $DE=\pm 12,1$ ). En relación a la ventaja de oído derecho (VOD), en el grupo TEL se observó un promedio de -0,7% ( $D.E.=\pm 23,5$ ). Mientras que en el grupo sin TEL se obtuvo un promedio de 6,7% ( $D.E.= 19,9$ ).

En la prueba de Bisílabos Dicóticos test 2 (BD2) en el grupo TEL se observó un promedio de 37,3% ( $DE=\pm 25,6$ ) en oído izquierdo y un promedio 58,5% ( $DE=\pm 20,6$ ) en oído derecho. En el grupo sin TEL se obtuvo un promedio de 50,8% ( $DE=\pm 18,8$ ) en oído izquierdo y un promedio 66,5% ( $DE=\pm 22,4$ ) en oído derecho. El promedio total para el grupo TEL en BD2 fue de 49,7% ( $DE=\pm 19,5$ ), mientras que en el grupo sin TEL fue de 60,4% ( $DE=\pm 14,3$ ). En relación a la VOD, en el grupo TEL se observó un promedio de 21,2% ( $D.E.=\pm 30,6$ ). Mientras que en el grupo sin TEL se obtuvo un promedio de 15,7% ( $D.E.= 26,8$ ).

En la prueba de Dígitos Dicóticos (DD) el grupo TEL obtuvo un promedio de 70,5% ( $DE=\pm 15,7$ ) en oído izquierdo y un promedio 77,8% ( $DE=\pm 15,6$ ) en oído derecho. En el grupo sin TEL se observó un promedio de 64,7% ( $DE=\pm 23,2$ ) en oído izquierdo y un promedio 79,4%

(DE= $\pm$  14,1) en oído derecho. El promedio total para el grupo TEL en DD fue de 74,1% (DE= $\pm$  12,3), mientras que en el grupo sin TEL fue de 72,4% (DE= $\pm$  15,2). En relación a la VOD, en el grupo TEL se observó un promedio de 7,4% (D.E.= $\pm$ 19,4). Mientras que en el grupo sin TEL se obtuvo un promedio de 14,7% (D.E.= $\pm$ 23,8). El análisis más específico respecto al desempeño auditivo en pruebas dicóticas de procesamiento auditivo de ambos grupos se encuentra en la Tabla VI.

**Tabla VI. Distribución de los niños pertenecientes al grupo TEL y grupo sin TEL según los resultados obtenidos en pruebas de procesamiento auditivo BD1, BD2 y DD.**

Pruebas de PA	Intervalo en % de dígitos repetidos correctamente	Grupo TEL				Grupo sin TEL			
		OI		OD		OI		OD	
		n	% de sujetos	n	% de sujetos	n	% de sujetos	n	% de sujetos
Bisílabos Dicóticos 1 (BD1)	0-20	0	0	1	6,25	0	0	0	0
	21-40	3	18,75	1	6,25	0	0	0	0
	41-60	6	37,5	7	43,75	7	43,75	5	31,25
	61-80	5	31,25	6	37,5	9	56,25	5	31,25
	81-100	2	12,5	1	6,25	0	0	6	37,5
Bisílabos Dicóticos 2 (BD2)	0-20	3	18,75	0	0	1	6,25	1	6,25
	21-40	4	25	2	12,5	4	25	1	6,25
	41-60	3	18,75	8	50	6	37,5	3	18,75
	61-80	6	37,5	3	18,75	5	31,25	7	43,75
	81-100	0	0	3	18,75	0	0	4	25

Dígitos Dicóticos (DD)	0-20	0	0	0	0	1	6,25	0	0
	21-40	1	6,25	0	0	1	6,25	0	0
	41-60	3	18,75	2	12,5	5	31,25	2	12,5
	61-80	7	43,75	6	37,5	4	25	7	43,75
	81-100	5	31,25	8	50	5	31,25	7	43,75

En la tabla VI se observa que en la prueba BD1, la mayoría de los sujetos con TEL obtuvo un rendimiento ubicado en el tercer intervalo (41-60%) con un 37,5% de ellos obteniendo estos puntajes en OI y un 43,75% en el OD en el mismo intervalo. En el grupo sin TEL, para el oído izquierdo la mayoría de ellos se ubicó en el cuarto intervalo (43,75% de los sujetos). En relación al desempeño para el OD, la mayoría obtuvo un rendimiento ubicado en el quinto intervalo con un 37,5%.

Respecto a BD2, la mayoría de los sujetos con TEL obtuvo un rendimiento ubicado en el cuarto intervalo con un 37,5% para OI y en el tercer intervalo con un 50% para el OD. En el grupo sin TEL la mayoría obtuvo un rendimiento en el tercer intervalo con un 37,5% para OI y en el cuarto intervalo con un 43,75% en OD.

En relación a DD, para el grupo TEL, la mayoría de los sujetos obtuvo un rendimiento ubicado en el cuarto intervalo con un 43,75% en OI y quinto intervalo con un 50% para OD. Mientras que en el grupo sin TEL, la mayoría de los desempeños estuvieron tanto en el tercer intervalo como en quinto, con un porcentaje de 31,25% para OI, mientras que en el OD se encontró en el cuarto y quinto intervalo con un valor de 43,75%.

#### 6.1.2.2. Resolución Temporal

Con respecto a la prueba de resolución temporal aplicada al total de los niños seleccionados ( $n=32$ ), se observó que en la prueba ATTR el grupo TEL obtuvo un promedio de 31,05 milisegundos ( $DE=\pm 40,13$ ) como umbral de detección de *gaps*. En el grupo sin TEL se observó un promedio de 18,2 milisegundos ( $DE=\pm 24,2$ ). El análisis más específico respecto al desempeño auditivo en ATTR de ambos grupos se encuentra en la Tabla VII.

**Tabla VII. Distribución de los niños del grupo TEL y grupo sin TEL según el puntaje obtenido en la prueba ATTR**

Puntaje ATTR (ms)	Grupo TEL		Grupo sin TEL	
	n	%	n	%
0-10,99	8	50	9	56,25
11,0-20,99	3	18,75	4	25
21,0-30,99	2	12,5	1	6,25
31,0-40,99	0	0	0	0
41,0-50,99	0	0	1	6,25
51,0-60,99	0	0	0	0
61,0-70,99	0	0	0	0
71,0-80,99	0	0	0	0
81,0-90,99	1	6,25	0	0
91,0-100,99	0	0	1	6,25
101,0-110,99	0	0	0	0
111,0-120,99	1	6,25	0	0
121,0-130,99	1	6,25	0	0
Total	16	100	16	100

La tabla VII indica los resultados de la prueba ATTR. Los mayores rendimientos, en ambos grupos, se dieron en orden descendente en los 3 primeros intervalos. Por tanto, la mayor detección de *gaps* del grupo TEL se encontró en el primer intervalo, con un 50% de los sujetos. Mismo caso ocurre, en el grupo sin TEL, en donde un 56,25% de ellos obtuvo resultados dentro del primer intervalo.

Respecto a los rendimientos más descendidos, un 6,25% de los sujetos del grupo TEL obtuvo resultados dentro de los dos últimos intervalos. Mientras que el grupo sin TEL presentó su menor desempeño, con un caso (6,25%), en el intervalo 91,0-100,99.

## 6.2. Análisis Estadístico Analítico

### 6.2.1. Comparación entre grupos (Mann Whitney U)

Para realizar una comparación del rendimiento entre los grupos para cada uno de los procedimientos aplicados se utilizó la prueba de Mann Whitney U. Diferencias significativas fueron consideradas a un nivel de significancia inferior al 0,05.

#### 6.2.1.1. Pruebas de procesamiento auditivo

Se buscó determinar la diferencia entre el rendimiento para pruebas de procesamiento auditivo entre grupo TEL (n=16) y sin TEL (n=16). En la tabla VIII se detallan los resultados obtenidos a través de la prueba Mann Whitney U, junto con la media y D.E. de cada prueba

**Tabla VIII: Comparación de rendimiento para pruebas de procesamiento auditivo entre grupos TEL y sin TEL.**

Pruebas de PA		Mann Whitney U					
		Media		D.E.		Z	P
		Grupo TEL	Grupo sin TEL	Grupo TEL	Grupo sin TEL		
Bisílabos dicóticos test 1	Oído izquierdo	58,9	65,1	18,5	12,4	-1,164	0,244
	Oído derecho	58,2	77,8	19,3	18,4	-1,897	0,058
	Total	58,2	68,5	14,7	12,1	-2,060	0,039*
	Ventaja oído derecho	-0,7	23,5	6,7	19,9	-0,925	0,355
Bisílabos dicóticos test 2	Oído izquierdo	37,3	50,8	25,6	18,8	-1,591	0,112
	Oído derecho	58,2	66,5	20,6	22,4	-1,402	0,161
	Total	49,7	60,4	19,6	14,3	-1,744	0,081
	Ventaja oído derecho	21,2	30,06	15,7	26,8	-0,170	0,865
Dígitos dicóticos	Oído izquierdo	70,5	64,7	15,7	23,2	-0,510	0,610
	Oído derecho	77,8	79,4	15,6	14,1	-0,208	0,835
	Total	74,1	72,4	12,3	15,2	-0,038	0,970
	Ventaja oído derecho	7,4	19,4	14,7	23,8	-1,132	0,258
ATTR		31,05	18,2	40,3	24,2	-0,471	0,638

\*  $p < 0,05$ .

Se observaron diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos solo para el puntaje total de la prueba BD1, en donde los sujetos sin TEL rindieron significativamente mejor que los sujetos con TEL.

### 6.2.1.2. Comparación entre ambos grupos para las pruebas cognitivas y de lenguaje

Se observó una diferencia significativa entre ambos grupos en la memoria de trabajo, evaluada a través de los dígitos inversos del WISC III. En las demás pruebas, tanto las lingüísticas como cognitivas, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas (ver tabla IX). El grupo sin TEL tuvo un mejor rendimiento en la retención de dígitos inversos con un promedio igual a 3,9, mientras que en el grupo TEL el promedio fue igual a 3.

**Tabla IX. Comparación del rendimiento para las pruebas cognitivas (subpruebas retención de dígitos WISC III) y lingüísticas (CEG) entre grupos TEL y sin TEL.**

Pruebas	Mann Whitney U					
	Media		D.E.		Z	P
	Grupo TEL	Grupo sin TEL	Grupo TEL	Grupo sin TEL		
CEG (Pc)	62.38	71.8	26.43	26	-0,795	0,426
Dígitos directos WISC III (puntaje correcto)	4.13	4.7	1.45	1.4	-1,024	0,306
Dígitos inversos WISC III (puntaje correcto)	3	3.9	0.97	0.8	-2,653	0,008*
Conners' CPT II (%)	62.9	61.2	16.8	12.8	-0,114	0,910

\*  $p < 0,05$ .

### **6.2.2. Correlaciones de Spearman para edad y procesamiento auditivo para cada grupo de sujetos (TEL y no TEL) por separado.**

Se ha buscado determinar la correlación que existía entre la edad y el desempeño en pruebas de procesamiento auditivo para el grupo sujetos ( n= 32). En la tabla X, se muestran los coeficientes de correlación correspondiente para cada grupo de sujetos por separado. Se observa que en el grupo TEL se presenta un coeficiente de correlación ( $\rho$ ) estadísticamente significativo entre la edad y los resultados de las pruebas de BD1 (oído izquierdo), BD2 (oído izquierdo y el puntaje total) y DD (oído izquierdo, oído derecho y puntaje total). Por otro lado, en el grupo sin TEL se correlacionan la edad con DD (oído izquierdo y puntaje total). Para ambos grupos se observa en común la correlación entre la edad y DD (oído izquierdo y el total). Respecto a las otras pruebas de procesamiento auditivo no se encuentra una correlación significativa.

**Tabla X: Coeficiente de correlación de Spearman (rho) para la edad con las pruebas de procesamiento auditivo para cada grupo.**

Pruebas de PA y subpruebas		Edad grupo TEL (n=16)		Edad grupo sin TEL (n=16)	
		Rho	p	Rho	p
Bisílabos dicóticos test 1 (BD1)	Oído izquierdo	0,708*	0,002*	0,330	0,212
	Oído derecho	-0,016	0,932	-0,054	0,843
	Total	0,303	0,091	0,030	0,913
	VOD	-0,576	0,019	-0,132	0,626
Bisílabos dicóticos test 2 (BD2)	Oído izquierdo	0,356*	0,046*	0,458	0,074
	Oído derecho	0,273	0,130	0,134	0,622
	Total	0,371*	0,037*	0,195	0,469
	VOD	0,021	0,940	-0,108	0,689
Dígitos dicóticos (DD)	Oído izquierdo	0,789*	0,000*	0,586*	0,017*
	Oído derecho	0,511*	0,043*	0,286	0,282
	Total	0,782*	0,000**	0,531*	0,034*
	VOD	-0,065	0,810	-0,270	0,311
ATTR		-0,58	0,754	-0,218	0,417

\*  $p < 0,05$

\*\*  $p < 0,001$

En la tabla X se observa que en el grupo TEL se presentó un coeficiente de correlación (rho) estadísticamente significativo entre la edad y los resultados de las pruebas de BD1 (oído izquierdo,  $\rho=0,708$  y  $p=0,002$ ), BD2 (oído izquierdo con un  $\rho=0,356$  y  $p=0,046$ , el puntaje total con  $\rho=0,371$  y  $p=0,037$ ) y DD (oído izquierdo con un  $\rho=0,789$  y un  $p=0,000$ , oído derecho con un  $\rho=0,511$  y  $p=0,043$ , puntaje total con un  $\rho=0,782$  y  $p=0,000$ ). Por otro lado, en el grupo sin TEL se correlacionaron la edad con DD (oído izquierdo con un  $\rho=0,586$  y  $p=0,017$ , puntaje total con un  $\rho=0,531$  y  $p=0,034$ ) (ver figuras 1, 2, 3 y 4). Para ambos grupos se observó en común la correlación entre la edad y DD (oído izquierdo y el total (ver 5). Respecto a las otras pruebas de procesamiento auditivo no se encontró una correlación significativa en ninguno de los grupos (ver figura 6). Además, se observa que el desempeño del

grupo TEL en los dígitos dicóticos de oído izquierdo presentó una fuerza de correlación mayor con la edad al tener un rho de 0,789 y un  $p < 0,01$ .

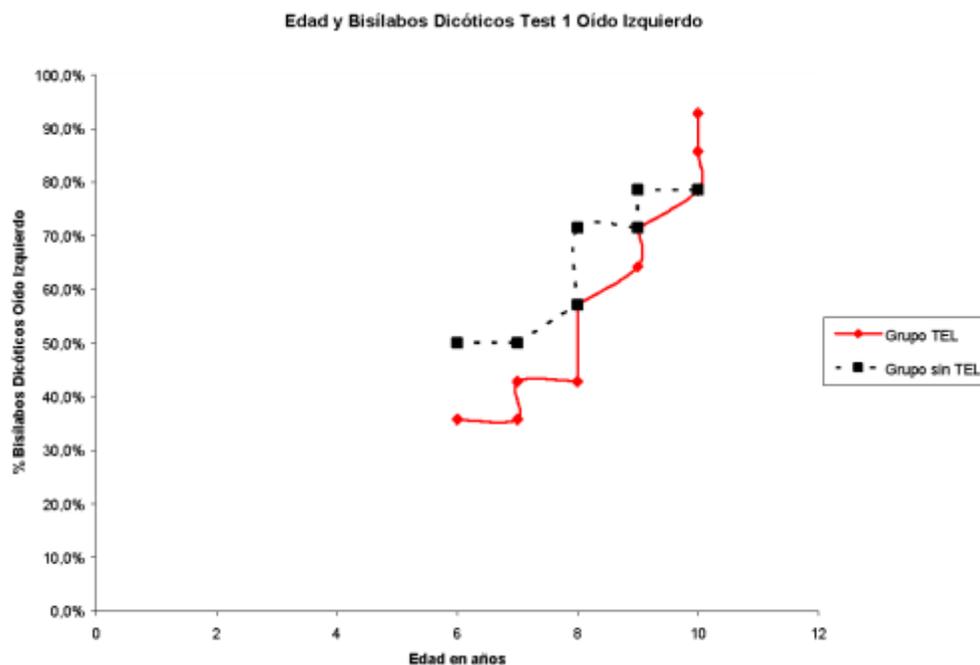


Figura 1. Gráfico de dispersión entre la edad (expresada en años) y el porcentaje en la prueba de retención de bisílabos dicóticos test 1 oído izquierdo para el grupo TEL y el grupo sin TEL. Se presenta una fuerte correlación estadística positiva en el grupo TEL respecto a la prueba de bisílabos dicóticos. La relación indica que a mayor edad, mejor es el porcentaje obtenido durante la prueba. Mientras que en el grupo sin TEL no hay relación.

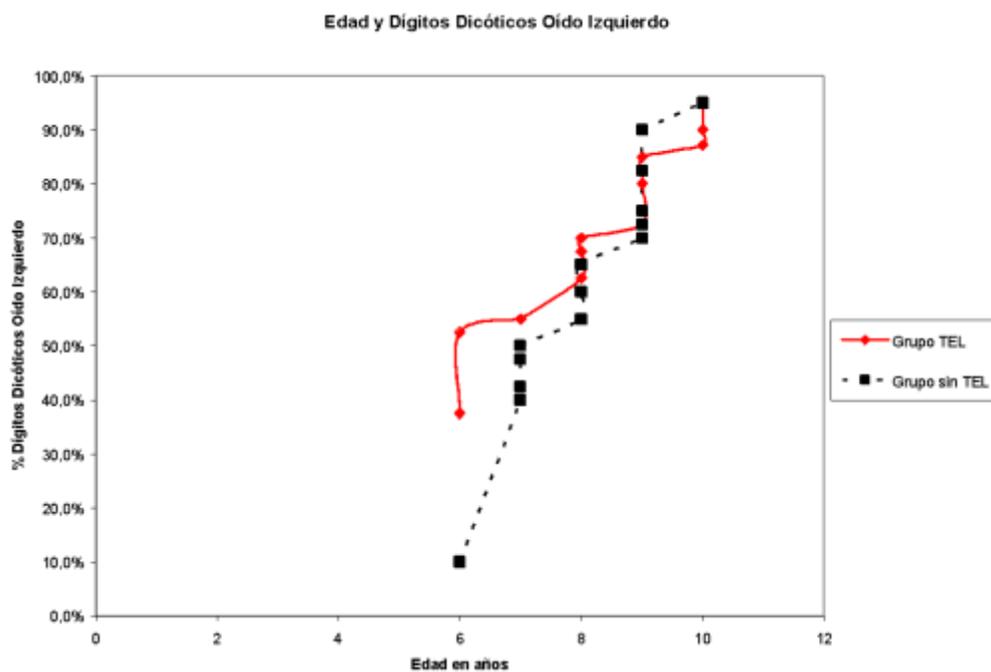


Figura 2. Gráfico de dispersión entre la edad (expresada en años) y el porcentaje en la prueba de retención de bisílabos dicóticos test 2 total para el grupo TEL y el grupo sin TEL. Se presenta una fuerte relación estadística positiva solo en el grupo TEL. Esto significa que a mayor edad, mejor es el porcentaje obtenido durante la prueba.

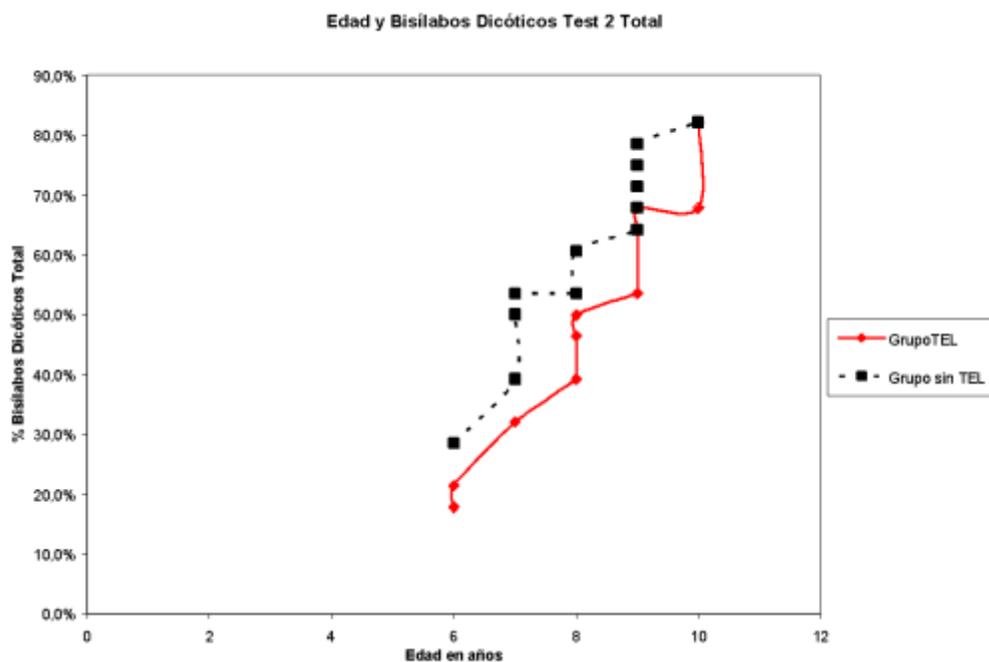


Figura 3. Gráfico de dispersión entre la edad (expresada en años) y el porcentaje en la prueba de retención de dígitos dicóticos oído izquierdo para el grupo TEL y el grupo sin TEL. Se presenta una relación estadística positiva entre ambas variables para ambos grupos, es decir que a mayor edad, mejor es el porcentaje obtenido durante la prueba, tanto en el grupo TEL como en el grupo sin TEL. Cabe mencionar que la relación entre el grupo sin TEL y dígitos dicóticos es más débil en comparación al grupo TEL.

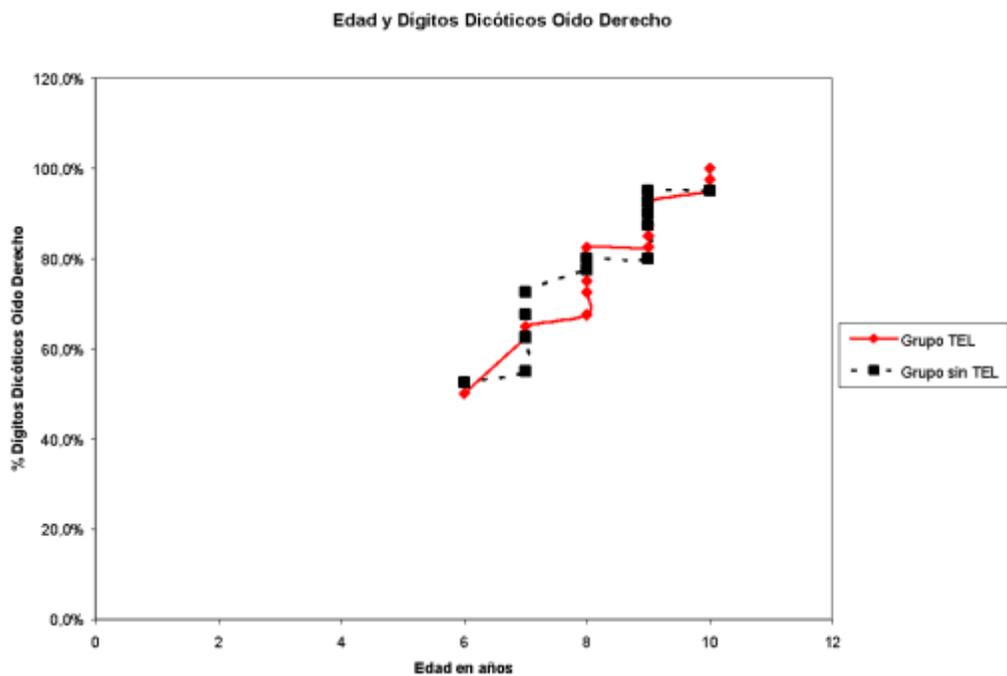


Figura 4. Gráfico de dispersión entre la edad (expresada en años) y el porcentaje en la prueba de retención de dígitos dicóticos oído derecho para el grupo TEL y el grupo sin TEL. Se presenta una débil relación estadística positiva en el grupo TEL. Esta representación de los resultados indican que a mayor edad, mejor es el porcentaje obtenido en la prueba.

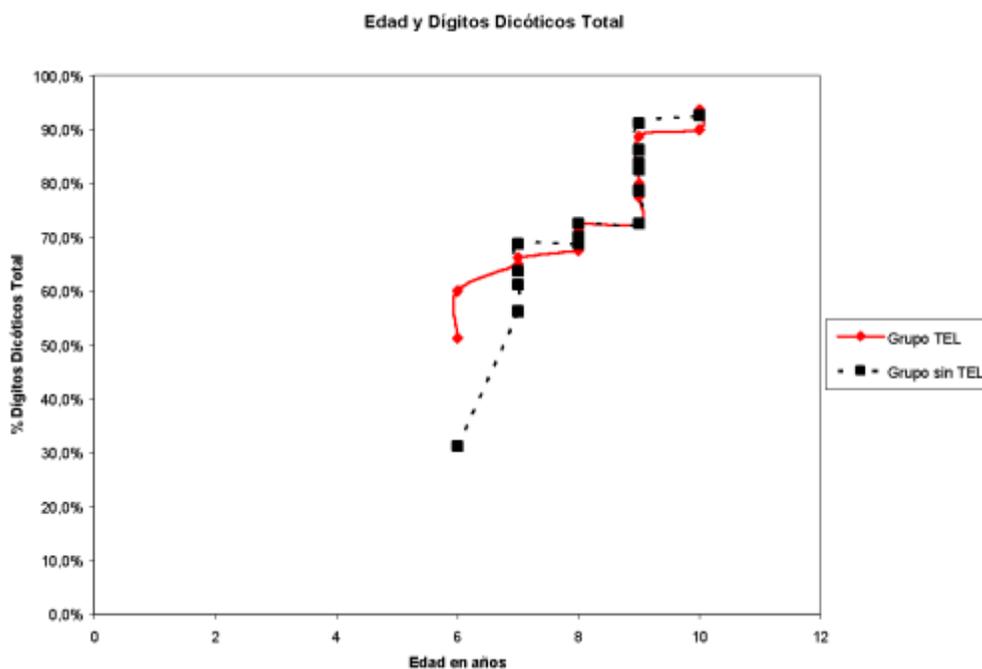


Figura 5. Gráfico de dispersión entre la edad (expresada en años) y el porcentaje en la prueba de retención de dígitos dicóticos total para el grupo TEL y el grupo sin TEL. Se presenta una relación estadística lineal positiva entre las variables para ambos grupos, siendo mucho más fuerte en el grupo TEL. Esto significa que a mayor edad, mejor es el porcentaje obtenido en el desempeño de la prueba de dígitos dicóticos, tanto en el grupo TEL como en el grupo sin TEL.

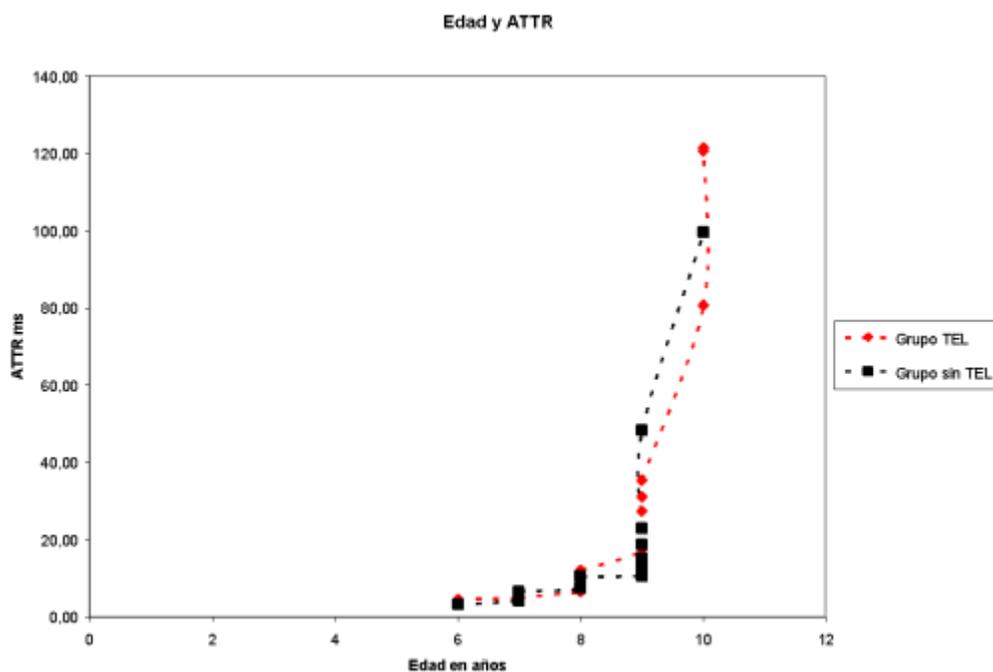


Figura 6. Gráfico de dispersión entre la edad (expresada en años) y el puntaje en la prueba de ATTR (ms) para el grupo TEL y el grupo sin TEL. Se observa que no existe relación estadística significativa entre ambas variables en ninguno de los grupos. Esto se aprecia con mayor claridad entre los 8 y 10 años, donde el desempeño en ATTR es variable e independiente de la edad.

### 6.2.3. Correlaciones de Spearman para pruebas de PA entre sí para cada grupo de sujetos (TEL y no TEL) por separado.

Por otro lado, se buscó determinar la correlación que existía entre las pruebas de procesamiento auditivo entre sí para el grupo TEL y sin TEL. En la tabla XI, se muestran los coeficientes de correlación correspondientes al grupo TEL.

**Tabla XI. Coeficiente de correlación de Spearman (rho) para los totales de las pruebas de procesamiento auditivo grupo TEL.**

<b>Pruebas de procesamiento auditivo</b>	<b>Bisílabos dicóticos test 1</b>	<b>Bisílabos dicóticos test 2</b>	<b>Dígitos dicóticos</b>	<b>ATTR</b>
<b>Bisílabos dicóticos test 1</b>	---	0,519*	0,711*	0,113
<b>Bisílabos dicóticos test 2</b>	0,519*	---	0,683*	0,111
<b>Dígitos dicóticos</b>	0,711*	0,683*	---	0,119
<b>ATTR</b>	0,113	0,111	0,119	---

\*  $p < 0,05$ .

Según lo observado en la tabla XI, los resultados indicaron que la mayor correlación entre las pruebas de procesamiento auditivo se da entre los dígitos dicóticos con el test 1 de bisílabos dicóticos con un coeficiente de correlación de 0,711 (ver figura 7). Por otro lado, los resultados de la prueba ATTR, no arrojan correlación con ninguna de las otras pruebas de procesamiento auditivo (ver figura 8).

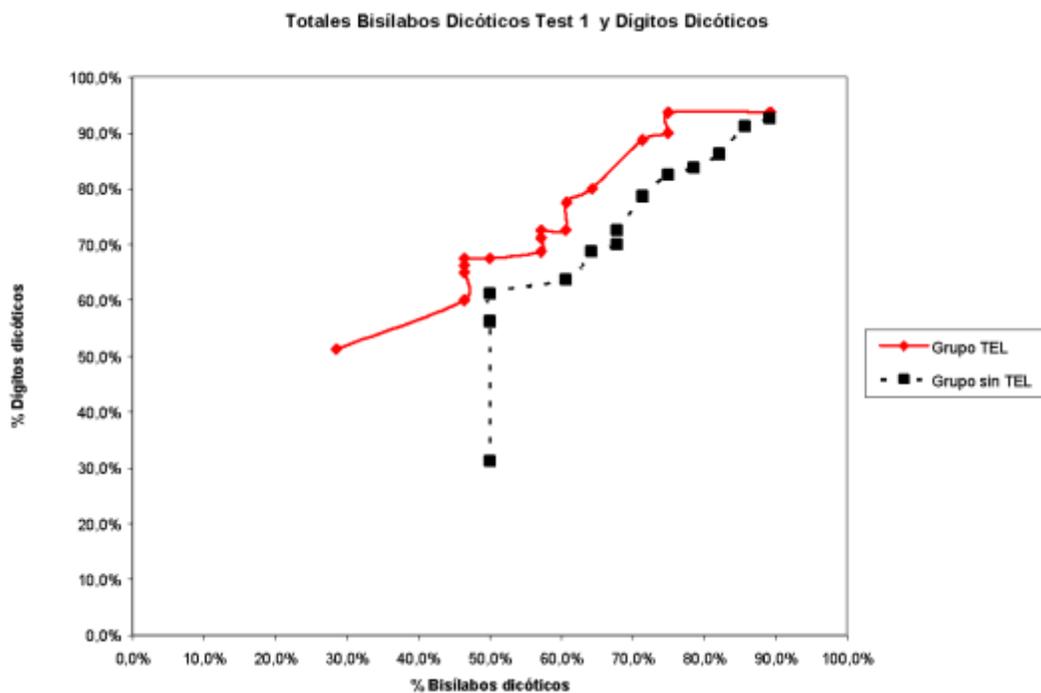


Figura 7. Gráfico de dispersión entre los porcentajes obtenidos en la prueba de retención de bisílabos dicóticos test 1 y la prueba de retención de dígitos dicóticos. Se observa una fuerte relación estadística lineal positiva entre ambas variables para ambos grupos. Esto se explica a través de la relación positiva, puesto que a mayor porcentaje en la prueba de bisílabos dicóticos test 1, existe también mayor porcentaje en la prueba de dígitos dicóticos.

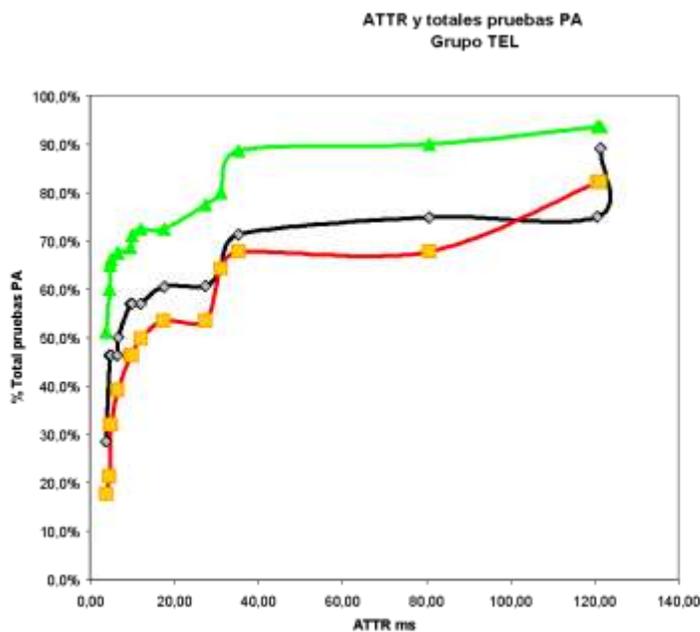


Figura 8. Gráfico de dispersión entre los porcentajes obtenidos en pruebas de procesamiento auditivo (DB 1 total, BD 2 total, DD total) y ATTR para el grupo estudio. Se observa que no existe relación entre las pruebas de procesamiento auditivo presentadas y el desempeño de los niños del grupo TEL en la prueba ATTR. Cabe mencionar que las 3 pruebas presentan curvas similares respecto a ATTR.

Por último, al correlacionar los valores totales de las pruebas de procesamiento auditivo en el grupo sin TEL, se obtuvieron los resultados que se indican en la tabla XII.

**Tabla XII. Coeficiente de correlación de Spearman para los totales de las pruebas de procesamiento auditivo grupo sin TEL.**

Pruebas de procesamiento auditivo	Bisílabos dicóticos test 1	Bisílabos dicóticos test 2	Dígitos dicóticos	ATTR
Bisílabos dicóticos test 1	---	0,527*	0,466	-0,004
Bisílabos dicóticos test 2	0,527*	---	0,686*	0,071

<b>Dígitos dicóticos</b>	0,466	0,686*	---	0,037
<b>ATTR</b>	-0,004	0,071	0,037	---

\*  $p < 0,05$ .

En la tabla XII se observa que en el grupo sin TEL hubo una correlación entre ambas pruebas de bisílabos dicóticos con un coeficiente de correlación igual a 0,527 (ver figura 9) y entre dígitos dicóticos y bisílabos dicóticos test 2 (ver figura 10) con un coeficiente igual a 0,686. Por otro lado, los resultados de la prueba ATTR, al igual que en el grupo TEL, no arrojan correlación con ninguna de las otras pruebas de procesamiento auditivo (ver figura 11).

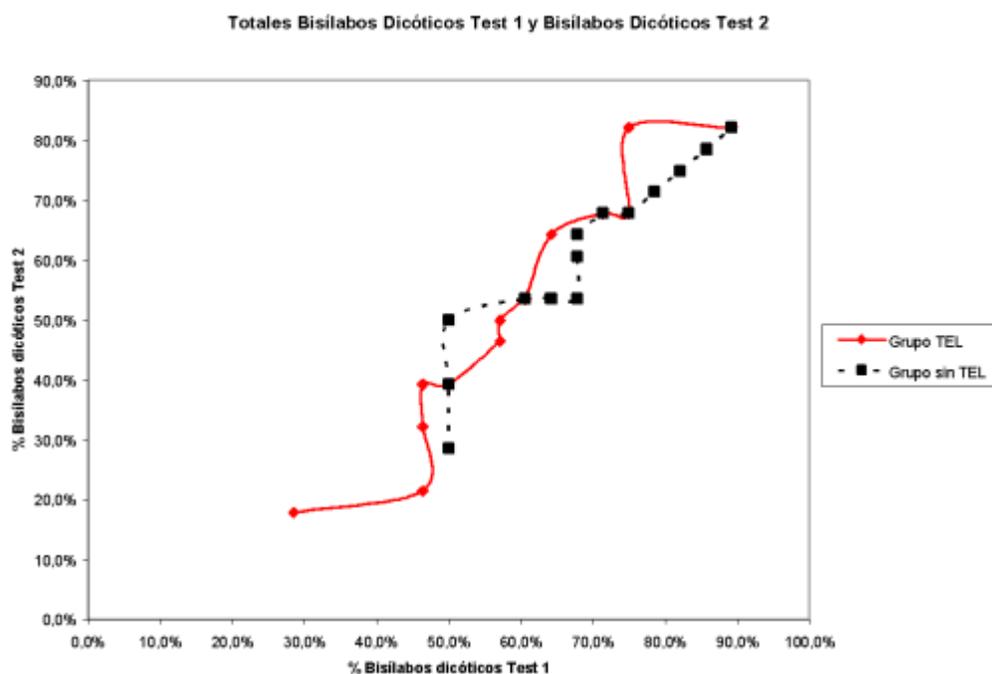


Figura 9. Gráfico de dispersión entre los porcentajes obtenidos en la prueba de retención de bisílabos dicóticos test 1 y la prueba de retención de bisílabos dicóticos test 2 para el grupo TEL y el grupo sin TEL. Se observa la existencia de una relación estadística positiva en ambos grupos, sin embargo en el grupo TEL la relación es más débil en comparación al grupo sin TEL.

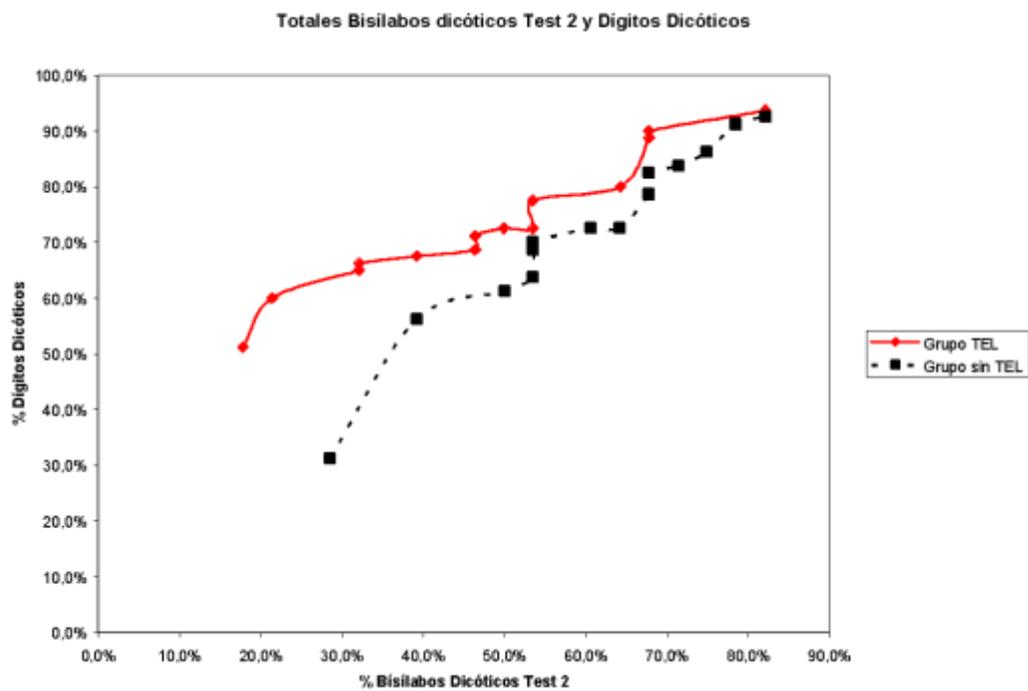


Figura10. Gráfico de dispersión para los porcentajes obtenidos por la muestra en pruebas de retención de bisílabos dicóticos test 2 y dígitos dicóticos. Se observa una relación estadística positiva entre ambas pruebas.

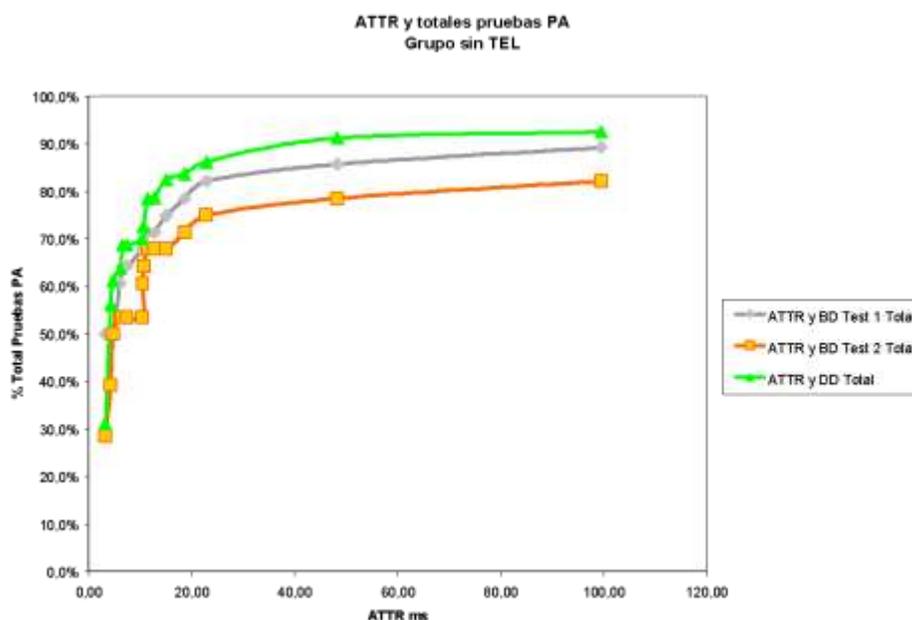


Figura 11. Gráfico de dispersión entre los porcentajes obtenidos en pruebas de procesamiento auditivo (DB 1 total, BD 2 total, DD total) y ATTR para el grupo control. Se observa que no existe relación lineal entre las pruebas de procesamiento auditivo presentadas y ATTR en el grupo sin TEL. Al igual como se observa en la figura 10, las curvas resultantes de las pruebas de procesamiento auditivo presentan curvas similares respecto a ATTR.

#### 6.2.4. Correlaciones de Spearman para pruebas cognitivas y pruebas de PA para cada grupo de sujetos (TEL y no TEL).

Se buscó determinar la correlación que existía entre el desempeño en las pruebas cognitivas y el desempeño en pruebas de procesamiento auditivo para cada grupo sujetos (n=32).

En la tabla XIII, se muestran los resultados de la correlación entre Conners' CPT II y pruebas de PA.

**Tabla XIII: Coeficiente de correlación de Spearman (rho) para el test Conners' CPT II con las pruebas de PA para cada grupo.**

Pruebas de procesamiento auditivo y subpruebas		Conners grupo TEL (n=16)		Conners grupo sin TEL (n=16)	
		rho	P	rho	p
<b>Bisílabos dicóticos test 1 (BD1)</b>	Oído izquierdo	-0,157	0,560	-0,165	0,542
	Oído derecho	0,019	0,946	0,028	0,917
	Total	-0,060	0,826	-0,171	0,793
<b>Bisílabos dicóticos test 2 (BD2)</b>	Oído izquierdo	-0,130	0,630	0,049	0,857
	Oído derecho	0,041	0,880	0,059	0,829
	Total	-0,168	0,534	0,352	0,181
<b>Dígitos dicóticos (DD)</b>	Oído izquierdo	-0,439	-0,089	-0,192	0,476
	Oído derecho	0,035	0,898	0,064	0,815
	Total	-0,260	0,330	-0,032	0,907
<b>ATTR</b>		-0,378	0,149	-0,331	0,210

\*  $p < 0,05$ .

Según la tabla XIII, es posible observar que en ninguno de los dos grupos se obtuvo un coeficiente de correlación significativo entre Conners' CPT II y pruebas de PA.

En la tabla XIV, se observan los resultados de la correlación entre el total del WISC III y pruebas de PA.

**Tabla XIV: Coeficiente de correlación de Spearman (rho) para el total en la retención de dígitos WISC III con el total en las pruebas de procesamiento auditivo para cada grupo.**

Pruebas de procesamiento auditivo y subpruebas		Total WISC III grupo TEL (n=16)		Total WISC III grupo sin TEL (n=16)	
		rho	P	rho	P
<b>Bisílabos dicóticos test 1 (BD1)</b>	Oído izquierdo	0,504*	0,046*	-0,159	0,557
	Oído derecho	0,358	0,174	-0,315	0,234
	Total	0,494	0,052	-0,351	0,183
<b>Bisílabos dicóticos test 2 (BD2)</b>	Oído izquierdo	0,247	0,357	-0,242	0,366
	Oído derecho	0,455	0,077	-0,237	0,378
	Total	0,416	0,109	-0,179	0,508
<b>Dígitos dicóticos (DD)</b>	Oído izquierdo	0,356	0,176	0,035	0,898
	Oído derecho	0,707*	0,002*	-0,302	0,255
	Total	0,606*	0,013*	-0,170	0,529
<b>ATTR</b>		-0,352	0,181	-0,268	0,316

\*  $p < 0,05$ .

En la tabla XIV se observa que en el grupo TEL se obtuvo un coeficiente de correlación significativo entre el total del WISC III con bisílabos dicóticos test 1 (oído izquierdo con un  $\rho = 0,504$  y  $p = 0,046$ ) y con dígitos dicóticos (oído derecho con un  $\rho = 0,707$  y  $p = 0,002$ , total con un  $\rho = 0,606$  y  $p = 0,013$ ). Mientras que en el grupo sin TEL no se observan coeficientes de correlación significativos.

### 6.3. Análisis de Covarianza ANCOVA

Debido a la obtención de puntajes similares en la prueba CEG, tanto en los niños con diagnóstico de TEL como en los niños sin diagnóstico de TEL, se decidió analizar la influencia del desempeño de esta prueba en el PA. Es así como el grupo de 32 sujetos fue dividido en base a los percentiles de la prueba CEG. Aquellos menores con percentil inferior a 50 fueron catalogados como grupo 1 (definido como grupo con un pobre rendimiento comprensivo de estructuras gramaticales) y aquellos sujetos con percentiles iguales o superior al 50 fueron catalogados como grupo 2 (definido como grupo con un buen nivel comprensivo de estructuras gramaticales). Un total de 7 sujetos formaron el grupo 1 y 25 niños formaron el grupo 2. Del

total del grupo 1, cinco de ellos estaban integrados en el colegio por haber sido diagnosticado previamente como TEL, y dos de ellos no tenía diagnóstico previo de TEL.

Se realizaron análisis de covarianza (ANCOVA) para comparar el rendimiento entre estos dos nuevos grupos de sujetos para los distintos procedimientos aplicados, controlando por posibles diferencias de edad entre ambos grupos.

Al comparar las pruebas de procesamiento auditivo entre los dos grupos en base al CEG, se obtuvo una diferencia significativa para los bisílabos dicóticos test 1 en oído izquierdo con un  $p=0,001$  y con bisílabos dicóticos test 2, a nivel del mismo oído, con un  $p=0,016$ . (ver tabla XV).

**Tabla XV. Análisis de covarianza (ANCOVA) entre ambos grupos para pruebas de procesamiento auditivo, controlando por la variable edad.**

Variable dependiente (PA)		P (grupo, pobre rendimiento en lenguaje comprensivo vs buen rendimiento en lenguaje comprensivo)	P (edad)
<b>Bisílabos dicóticos test 1</b>	Oído izquierdo	0,001*	0,003*
	Oído derecho	0,471	0,886
<b>Bisílabos dicóticos test 2</b>	Oído izquierdo	0,016*	0,050
	Oído derecho	0,961	0,185
<b>Dígitos dicóticos</b>	Oído izquierdo	0,253	0,000*
	Oído derecho	0,284	0,018*

\*  $p<0,05$

Finalmente, se buscó determinar si existían diferencias entre ambos grupos en relación a la ventaja de oído derecho en las pruebas de escucha dicótica. Tal como se puede observar en la tabla XVI, no hubo diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos para esta variable.

**Tabla XVI: Análisis de covarianza (ANCOVA) entre ambos grupos para ventaja del oído derecho (REA) en las pruebas dicóticas, controlado por la covariable de edad**

<b>Variable dependiente (VOD en pruebas PA)</b>	<b>p (grupo, pobre rendimiento en lenguaje comprensivo vs buen rendimiento en lenguaje comprensivo)</b>	<b>p (Edad)</b>
Bisílabos dicóticos total test 1	0,202	0,510
Bisílabos dicóticos total test 2	0,068	0,683
Dígitos dicóticos total	0,131	0,054

## 7. DISCUSIÓN

Al analizar las fuentes bibliográficas tanto nacionales como internacionales, es posible postular una cierta asociación entre la presencia de TEL y el TPA (Kamhi, 2011; Tallal, 1981; Tallal & Piercy 1973; Wright, Lombardino, King, Puranik, Leonard & Merzenich, 1997; Dlouha, Novak & Vokral, 2007; Rocha-Muniz, Befi-Lopes & Schochat, 2012; Dlouha, Novak & Vokral, 2007; ASHA, 2005; Bishop & McArthur, 2005; McArthur & Bishop, 2001). Sin embargo, el conocimiento y difusión de esta temática en Chile se evidencia muy poco desarrollada, especialmente para niños con TEL en edad escolar. Teniendo en consideración lo anterior, se fundamenta la presente investigación.

### 7.1. Diferencias entre los sujetos con TEL y sin TEL

#### 7.1.1. Pruebas de PA

En relación al análisis inicial, en el cual se dividió la muestra ( $n=32$ ) entre el grupo TEL y sin TEL, los resultados obtenidos a través de la prueba Mann Whitney U para determinar posibles diferencias entre ambos grupos para las pruebas de procesamiento auditivo indicaron diferencias significativas solamente en el test 1 de los bisílabos dicóticos, aunque el test 2 de bisílabos dicóticos está más cercano a ser significativo que los dígitos dicóticos y el ATTR ( $p=0,08$ ;  $p=0,970$  y  $p=0,638$  respectivamente). Esto podría deberse a que las pruebas de bisílabos dicóticos incluyen un componente lingüístico que estaría mayormente afectado en los niños con TEL (ASHA, 2000). En relación al resto de las pruebas de PA: test 2 de bisílabos dicóticos, dígitos dicóticos y ATTR, no hubo diferencias significativas.

A pesar que la modalidad de entrada de los dígitos dicóticos es verbal auditiva y la de salida es verbal oral, los estímulos, al ser numéricos, se procesarían de distinta manera en relación a los bisílabos. Lo anterior se explicaría considerando que el procesamiento de la información numérica se realiza principalmente en el lóbulo parietal bilateral, a diferencia de los procesamiento de la información lingüística no numérica, como la de los bisílabos, que es a nivel frontotemporal izquierdo (Serra-Grabulosa, Adan, Pérez-Pámires, Lachica & Membrives, 2010). Dicha zona cortical debiese encontrarse indemne en las dos muestras analizadas, lo que

explicaría una menor diferencia de rendimiento entre ambos grupos. Por otro lado, la prueba ATTR no contiene información lingüística a procesar.

Al tener sólo una prueba que presenta diferencias significativas entre el grupo TEL y grupo sin TEL, no se puede entonces concluir en base a estos resultados que los menores con TEL presentan además un trastorno en el procesamiento auditivo asociado, o bien que la variable TEL se asocia a un menor rendimiento en tareas relacionadas al procesamiento auditivo. Cabe destacar que para la prueba de comprensión de estructuras gramaticales (CEG), no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos. Lo anterior no era esperado, ya que se consideraba que los menores con diagnóstico de TEL e integrados además en proyectos educacionales, debieran haber presentado un peor rendimiento que los menores sin TEL para esta prueba. Lo anterior cobra importancia en el sentido de que tal vez el grupo TEL no constituía un grupo real de sujetos con TEL y esto pudo haber influido en la ausencia de diferencias significativas entre ambos grupos para la mayoría de las pruebas de procesamiento auditivo. Una mayor discusión en relación a los resultados de la prueba CEG se provee más abajo.

### **7.1.2. WISC III y CPT II**

#### **7.1.2.1. WISC III**

En el análisis comparativo del rendimiento de los niños en la subprueba de retención de dígitos inversos WISC III, se encontraron diferencias significativas entre los grupos TEL y sin TEL en donde los sujetos con TEL rindieron significativamente peor que los sujetos sin TEL. Montgomery, Magimairaj y Finney (2010) refieren que los déficits en la memoria de trabajo (MT) y velocidad de procesamiento en niños con TEL pueden llevar a diversos efectos negativos en el aprendizaje del lenguaje, incluyendo: procesamiento parcial de palabras, formas gramaticales y estructuras sintácticas. Por lo tanto, los resultados encontrados en el presente estudio están de acuerdo con estudios previos que señalan que la memoria de trabajo estaría afectada en los menores con TEL (Archibald, Joanisse & Edmunds, 2011; Baird, Dworzynski, Slonims & Simonoff, 2010; Baird, Slonims, Dworzynski & Simonoff, 2011; Weismer, Evans & Hesketh, 1999).

### **7.1.2.2. CPT II**

Respecto al desempeño en la atención sostenida medido a través del Connors CPT, se obtuvo que dentro del grupo TEL, 5 menores se encontraron bajo o igual al percentil 50 de perfil no clínico de atención, mientras que en el grupo sin TEL sólo 2 se encuentran en esta situación. Esto se corrobora con los hallazgos de Finneran, Francis y Leonard (2009), en donde se utilizó el CPT *E-prime version* (Schneider, Eschman & Zuccolotto, 2002), el cual consiste en la presentación de estímulos circulares y cuadrados de color rojo. El sujeto debe responder presionando un botón cada vez que aparece un círculo y no hacerlo cuando aparece un cuadrado. Dentro del mismo paradigma del Connors' CPT II utilizado en esta investigación. En el estudio de Schneider et. al (2002) se evaluaron 26 niños (13 con TEL y 13 desarrollo típico), los niños con TEL mostraron mayores dificultades en la atención sostenida al igual que los datos encontrados en esta investigación.

## **7.2. Correlaciones entre la edad, memoria de trabajo, atención y las pruebas de PA.**

### **7.2.1. Edad y Procesamiento auditivo:**

En la correlación entre las pruebas de procesamiento auditivo y la edad para el grupo con TEL se encontró correlación significativa positiva para el total del test 2 de los bisílabos dicóticos y para los dígitos dicóticos, mientras que para los niños sin TEL, la edad se correlacionó significativamente sólo con el total de los dígitos dicóticos. Esto se podría deber a un desarrollo más lento del procesamiento auditivo en los niños con TEL con respecto a los niños sin TEL (Rocha-Muniz, Zachi, Antunes, Fix, Befi-Lopes & Schochat, 2014).

### **7.2.2. Memoria de trabajo y procesamiento auditivo:**

Es importante mencionar que pese a que existe una diferencia significativa en la MT de los niños con TEL y sin TEL, a partir de los análisis realizados se infiere que ésta no influye en el desempeño de los niños en todas las tareas de procesamiento auditivo aplicadas.

Considerando lo anterior, solo se observó una correlación entre WISC III y BD test 1 oído izquierdo y dígitos dicóticos oído derecho y total en el grupo con TEL.

### **7.2.3. Atención y procesamiento auditivo:**

En cuanto a la atención medida por medio del Connors CPT II, los resultados obtenidos no se correlacionaron con los resultados de las pruebas de escucha dicótica (bisílabos dicóticos test 1, test 2 y dígitos dicóticos): Lo anterior sugiere que las diferencias encontradas entre los sujetos con TEL y sin TEL no se explicarían por diferencias en la capacidad de atención sostenida de los sujetos. Con respecto a la prueba de ATTR, los resultados de esta prueba se correlacionan significativamente de forma negativa con la atención, es decir, que a mejor desempeño en la detección de *gaps*, menor es el porcentaje no clínico de atención. Sin embargo, esta correlación puede ser cuestionable, ya que ambas tareas requieren de la atención sostenida, sin embargo las condiciones acústicas en las cuales se realizó la prueba no fueron las más adecuadas, especialmente para la prueba de resolución temporal, lo que pudo haber incidido en estos resultados. Siguiendo con lo anterior, tal como mencionan Liter, Roberts, Shackelford y Rogers (2006), las dificultades a nivel de procesamiento auditivo se pueden exacerbar en entornos acústicos desfavorables. Por lo que, aquellos niños evaluados y que pudiesen tener TPA su desempeño se vería aún más descendido en las pruebas aplicadas.

### **7.3. Asociación entre lenguaje receptivo y rendimiento en pruebas de PA.**

En relación al desempeño a nivel lingüístico obtenido por la muestra a través de la aplicación del test de estructuras gramaticales, se observó que el instrumento no logró reflejar las dificultades a nivel de la comprensión de estructuras gramaticales esperadas en los niños con diagnóstico previo de TEL, ya que tan solo un 6,25% del total obtuvo un rendimiento bajo el percentil 20, mientras que un 68,75% obtuvo un rendimiento por sobre el percentil 50, indicando así que la mayor parte del grupo TEL no tenían dificultades a nivel de comprensión de estructuras gramaticales. Por otro lado en el grupo sin TEL un 87,5% se encontró sobre el percentil 50 y un 12,5% bajo el percentil 20. Esto se evidenció de igual manera en el análisis estadístico, no observándose diferencias significativas entre los grupos (TEL y no TEL) para esta prueba. Frente a esto surge el cuestionamiento acerca de si el instrumento seleccionado

para evaluar las dificultades en niños con TEL fue el adecuado, ya que toma en cuenta sólo aspectos comprensivos dejando de lado la parte expresiva, componente del lenguaje que puede estar predominantemente alterado en niños con diagnóstico de TEL.

Debido a lo anterior, se decidió aplicar un segundo análisis para determinar una posible asociación entre el desempeño lingüístico y la ejecución en tareas relacionadas al procesamiento auditivo. Por lo cual, se procedió a dividir el grupo de 32 sujetos en base al percentil obtenido en la prueba de CEG, sin importar si éstos presentaban o no un diagnóstico previo de TEL. Aquellos sujetos que obtuvieron un rendimiento inferior al percentil 50 ( $n=7$ ) fueron clasificados como sujetos con pobre rendimiento (grupo 1), mientras que los sujetos que obtuvieron un rendimiento igual o superior al percentil 50 ( $n=25$ ), fueron clasificados como un grupo de sujetos con buen rendimiento para tareas de comprensión de estructuras gramaticales (grupo 2). A continuación se discuten los resultados obtenidos a través del procedimiento de análisis de covarianza (ANCOVA) realizado para comparar posibles diferencias, entre los sujetos con buena y pobre comprensión de estructuras gramaticales, para tareas relacionadas con el procesamiento auditivo, controlando por posibles diferencias de edad entre ambos grupos.

Al analizar los resultados en las pruebas dicóticas de procesamiento auditivo, surgió la incertidumbre acerca de si existía una tendencia en los sujetos a tener un mejor desempeño en un oído por sobre el otro. Los experimentos de escucha dicótica han indicado que al aplicar estímulos verbales, suele haber una preferencia por un oído en particular. La mayoría de los sujetos que poseen el procesamiento del lenguaje lateralizado hacia el hemisferio izquierdo, son más precisos en determinar los estímulos auditivos entrantes en el oído derecho, por sobre el oído izquierdo (Schmithorst, Farah & Keith, 2013). Esta tendencia comúnmente es referida como la “ventaja del oído derecho” (VOD, Shankweiler & Studdert-Kennedy, 1967) para estímulos verbales. En relación a esto, Grimshaw, Kwasny, Covell y Johnson (2002) mencionan que la ventaja del oído derecho se presenta frente a un procesamiento lingüístico, lo que evidencia la especialización del hemisferio izquierdo, mientras que la ventaja del oído izquierdo (VOI; Bryden, 1988) se presenta al procesar formas no lingüísticas. El tipo de prosodia en el cual se entregan los estímulos en las pruebas dicóticas, instan a enfocarse en el contenido de estos, por ello se esperaría encontrar ventaja en el oído derecho. En ambos grupos se observa la presencia de VOD, sin encontrar diferencias significativas entre ellos (grupo 1 y grupo 2).

#### **7.4. Limitaciones del estudio:**

Dentro de las limitaciones de este estudio, se puede mencionar en primer lugar las dificultades en obtener autorización municipal para realizar las evaluaciones en los colegios, lo que retrasó el cronograma en más de 5 meses. Esto repercutió en la toma total de la muestra propuesta en los inicios de la investigación, debido a que cuando se logró comenzar con las evaluaciones, a pesar de tener los consentimientos y la cantidad de niños suficiente, no se pudo obtener el número inicial planteado de sujetos a evaluar (20 niños con diagnóstico TEL y 20 niños sin diagnóstico de TEL), debido a la cercanía de entrega de esta investigación. Esta falta de tiempo, también se tradujo en jornadas de evaluación más extensa para los niños, lo que pudo afectar en su desempeño.

Desde el punto de vista instrumental, para lograr hacer las evaluaciones a los niños de los colegios PIE se tuvo que recurrir a cambiar el lugar en el cual éstas se realizarían, efectuándose finalmente en las escuelas con un audiómetro portátil Maico MA41 de 1,5 canales. Esto se tradujo en dos cambios importantes, (1) los niveles de ruido, que dentro de un colegio son mayores a los de un laboratorio de audiología (recinto considerado en primera instancia para realizar las evaluaciones) y (2) la aplicación de pruebas de procesamiento auditivo, al ser de carácter dicótico, no pudieron realizarse con el audiómetro y tuvieron que ser aplicadas a través de un computador portátil HP mini a volumen confortable. Además no se pudo realizar la impedanciometría por mal estado del impedanciómetro portátil.

Por otro lado, al analizar la muestra a través del diagnóstico previo de TEL, no se encontró correlación con el desempeño en el CEG, lo cual pone en tela de discusión tanto la elección y aplicación de la prueba como el propio diagnóstico de los menores, quienes inclusive obtuvieron puntajes sobre el percentil 80.

## 8. CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos planteados, los resultados obtenidos permiten concluir que, los niños con TEL presentan diferencias significativas con respecto al grupo sin TEL en memoria de trabajo, en el total del *span* de dígitos del WISC III y en el test 1 de los bisílabos dicóticos. Los resultados obtenidos en los niños divididos por el desempeño en el CEG no muestran diferencias significativas en las pruebas de procesamiento auditivo central, lo que puede significar que el lenguaje comprensivo no se relaciona con el desempeño en las pruebas de procesamiento auditivo aplicadas.

Se puede mencionar además que el grupo TEL y sin TEL mostraron desempeños similares, en el total de las pruebas de PA, en bisílabos dicóticos test 2, bisílabos dicóticos y ATTR, en evaluación lingüísticas en el CEG y cognitiva WISC dígitos directos y Conners' CPT II.

La edad apareció correlacionada significativamente con algunas pruebas dicóticas sobre todo entre los sujetos con TEL. Lo anterior fue esperable debido al rango etario de los sujetos evaluados, ya que el sistema auditivo tendería a continuar su desarrollo hasta aproximadamente los 12 años. Por lo anterior, en aquellos países donde se evalúa el PA en la población infantil, se utilizan normas específicas para cada prueba de acuerdo al rango etario del paciente.

A partir de los resultados del presente estudio no es posible determinar una asociación clara entre TEL y un trastorno en el procesamiento auditivo, al menos con los tipos de tareas estudiadas en esta investigación, es decir, la integración binaural (medido a través de pruebas dicóticas) y el procesamiento temporal (medido a través de un paradigma de detección de gaps dentro del canal). Por otra parte, se concluye que el desempeño lingüístico para tareas de comprensión de estructuras gramaticales tiende a correlacionarse con el rendimiento del oído izquierdo en tareas dicóticas. Lo anterior no implica necesariamente una dificultad en procesar la información auditiva entregada en el oído izquierdo en niños con bajo rendimiento comprensivo, sino que más bien, podría ser explicado por un déficit en el procesamiento

lingüístico. El hecho que no hayan existido diferencias entre sujetos con buen y pobre desempeño en la prueba de CEG para la prueba de dígitos dicóticos, apoya esta hipótesis. Los dígitos presentan menor carga semántica que palabras sustantivas, llevando incluso los dígitos a un procesamiento más automático. Futuras investigaciones con tamaños de muestra más amplios debieran ser llevadas a cabo con el objetivo de determinar la veracidad de esta hipótesis.

Uno de los aspectos del procesamiento auditivo más ampliamente estudiado en los menores con TEL es el procesamiento temporal, encontrando varios estudios una asociación entre ambas variables. En el presente estudio no se ha encontrado una asociación entre estas variables en ninguno de los dos análisis realizados. Es probable, que un sesgo de selección de sujetos con TEL, como se ha explicado en la discusión, haya influido en estos resultados y por otra parte, que al considerar el rendimiento en la prueba de CEG y dividir a los sujetos, quedando solo 7 con un pobre rendimiento comprensivo, éste tamaño de muestra haya sido muy pequeño desde el punto de vista estadístico para encontrar una asociación entre el desempeño lingüístico y el procesamiento temporal.

Finalmente, se incluye el hecho de que en este estudio se haya encontrado un elevado número (68,7%) de sujetos con diagnóstico previo de TEL y que pertenecían a PIEs quienes rindieron por sobre el percentil 50 en la prueba de CEG. Junto con lo anterior, no se encontraron diferencias significativas entre sujetos con TEL y sin TEL para esta prueba: Era de esperar que los resultados obtenidos en la prueba de CEG debieron haber reflejado la existencia de un TEL entre los sujetos que presentaban este diagnóstico. Futuras investigaciones y/o grupos de trabajos debieran explorar la pertinencia de los diagnósticos de TEL que se están llevando a cabo en nuestro país en relación a los menores pertenecientes a PIE.

## 9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, V. (2012). Algunos retos y propuestas en la conceptualización, evaluación e Intervención del Trastorno Específico del Lenguaje (TEL). *Revista Chilena de Fonoaudiología*. 11: 23-36.
- American Academy of Audiology (2010). Clinical Practice Guidelines: Diagnosis, Treatment and Management of Children and Adults with Central Auditory Processing Disorder.
- American Speech-Language-Hearing Association (1996). Central Auditory Processing: Current status of research and implications for clinical practice. *American Journal of Audiology*. 5 (2): 41-54.
- American Speech-Language-Hearing Association (2005). (Central) Auditory Processing Disorders.
- Ampuero, M., Arenas, C., Cesari, F., Lange, M. & Nieto, J. (2005). Habilidades de Procesamiento Auditivo en niños con Trastorno Específico del Lenguaje de 4 a 4 años 11 meses (Tesis de pregrado). Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- Archibald, L., Joanisse, M. & Edmunds, A. (2011). Specific language or working memory impairments: A small scale observational study. *Child Language Teaching and Therapy*. 27 (3): 294-312.
- Baird, G., Dworzynski, K., Slonims V. & Simonoff, E. (2010). Memory Impairment in Children with Language Impairment. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 52 (6): 535-540.
- Baird, G., Slonims V., Dworzynski, K. & Simonoff, E. (2011). Impairment in non-word repetition: a marker for language impairment or reading impairment? *Developmental Medicine & Child Neurology*. 53 (8): 711-716.
- Balmaceda, V., Beiza, M., Díaz, J., Vargas, S. & Vásquez, P. (2008). Obtención de valores normativos para una batería de pruebas de procesamiento auditivo (central) en niños de entre 5,0 a 6,11 años de edad (Tesis de pregrado). Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- Baran, J., Bothfeld, R. & Musiek, F. (2004). Central auditory deficits associated with compromise of the primary auditory cortex. *Journal of the American Academy of Audiology*. 15: 106-116.
- Bamiou, D. (2007). *Measures of binaural interaction*. En Musiek, F. & Chermak, G. (eds), Handbook of (Central) Auditory Processing Disorder, Auditory Neuroscience and Diagnosis Volume I: 231-255. San Diego, CA: Plural Publishing.
- Bellis, T. & Ferre, J. (1999). Multidimensional approach to the differential diagnosis of central auditory processing disorders in children. *Journal of the American Academy of Audiology*. 10: 319-328.

- Benítez, A. (2005). FOXP2: del trastorno específico a la biología molecular del lenguaje. I. Aspectos etiológicos, neuroanatómicos, neurofisiológicos y moleculares. *Revista de Neurología*. 40: 671-682.
- Bishop, D. & McArthur, G. (2005). Individual differences in auditory processing in specific language impairment: a follow-up study using event-related potentials and behavioural thresholds. *Cortex*. 41(3):327-341.
- Bishop, D., North, T. & Donlan, C. (1995). Genetic basis of specific language impairment: evidence from a twin study. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 37: 56–71.
- Bocca, E., Calearo, C. & Cassinari, V. (1954). A new method for testing hearing in temporal lobe tumors. *Acta Otolaryngol*. 44: 219-221.
- British Society of Audiology. (2011). Practice Guidance: An overview of current management of auditory processing disorder (APD).
- Brown, D., Muir, P., Phillips, D., Scarff, C., Walker, K. & Watson, C. (2011). Temporal Processing Performance, Reading Performance, and Auditory Processing Disorder in Learning-Impaired Children and Controls. *Canadian Journal of Speech-Language Pathology and Audiology*. 36 (1): 6-17.
- Bryden, M. P. (1988). An overview of the dichotic listening procedure and its relation to cerebral organization. En Hugdahl, K. (Ed.), *Handbook of dichotic listening: Theory, methods and research* (pp.1-43). Chichester, England: Wiley.
- Byrne, M., Carroll, C., Dignan, E., Logue-Kennedy, M., Lyons, R. & O'Hagan, L. (2011). Services for Children With Central Auditory Processing Disorder in the Republic of Ireland: Current and Future Service Provision. *American Journal of Audiology*. 9: 9-18.
- Cacace, T. & McFarland, D. (2005). The importance of modality specificity in diagnosing central auditory processing disorder. *American Journal of Audiology*. 14: 112-123.
- Campbell, N., Alles, R., Bamiou, D., Batchelor, L., Canning, D., Grant, P., Luxon, L., Moore, D., Murray, P., Nairn, S., Rosen, S., Sirimanna, T., Treharne, D. & Wakeham, K. (2011). Practice guidance: an overview of current management of auditory processing disorder (APD). *British Society of Audiology Practice Guidance*: 1-60.
- Campos, A., Ruíz, F., Santander, C., Undurraga, G. & Valdés, D. (2008). Obtención de valores normativos para una batería de pruebas de procesamiento auditivo (central) en menores de entre 7,0 a 8,11 años de edad (Tesis de pregrado). Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- Cañete, O. (2006). Desorden del procesamiento auditivo central (DPAC). *Revista de otorrinolaringología y cirugía de cabeza y cuello*. 66: 263-273
- Castro, R., Giraldo, M., Hincapié, L., Lopera, F. & Pineda, D. (2004). Trastorno específico del desarrollo del lenguaje: una aproximación teórica a su diagnóstico, etiología y manifestaciones clínicas. *Revista de Neurología*. 39: 1173-1181.
- 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: 107–120.

- Chandrasekaran, B., Hornickel, J., Skoe, E., Nicol, T. & Kraus, N. (2009) Context-Dependent Encoding in the Human Auditory Brainstem Relates to Hearing Speech in Noise: Implications for Developmental Dyslexia. *Neuron*. 64 (3): 311-319.
- Chaubet, J., Pereira, L. & Perez, A. (2013). Temporal resolution Ability in students with dyslexia and reading and writing disorders. *International archives of otorhinolaryngology*
- Chermak, G. (2001). Auditory processing disorder: An overview for the clinician. *Hearing Journal*. 54 (7):10-25.
- Clarke, E. & Adams, C. (2007). Binaural interaction in specific language impairment: an auditory evoked potential study. *Dev Med Child Neurol*. 49 (4): 274-279.
- Conti-Ramsden G., Durkin K. (2006). Phonological short-term memory, language and literacy: developmental relationships in early adolescence in young people with SLI. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*. 48 (2): 147–156.
- Conners, C. (2000). *Conners' CPT-II: Continuous performance test-II*. Toronto: Multi-Health System (MHS).
- Correa, B., Pérez, M. & Soto, J. (2012). Descripción del desempeño de niños de 4 años a 5 años 11 meses, con y sin trastorno específico del lenguaje, en la prueba de reconocimiento de habla en ruido (Tesis de pregrado). Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- Corriveau, K., Pasquini, E., & Goswami, U. (2007). Basic auditory processing skills and Specific Language Impairment: A new look at an old hypothesis. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. 50: 647-666.
- Dawes, P. & Bishop, D. (2009). Auditory processing disorder in relation to developmental disorders of language, communication and attention: a review and critique. *International Journal of Language & Communication Disorders*. 44 (4):440-465.
- Dawes, P., Bishop, D., Sirimanna, T. & Bamiou, D. (2008). Profile and a etiology of children diagnosed with auditory processing disorder (APD). *International Journal of Pediatric*.
- Davids, N., Segers, E., Van den Brink, D., Mitterer, H., Van Balkom, H., Hagoort, P. & Verhoeven, L. (2011). The nature of auditory discrimination problems in children with specific language impairment: An MMN study. *Neuropsychologia*. 49: 19–28.
- Delb, W., Strauss, D., Hohenberg, G. & Plinkert, P. (2003). The binaural interaction component in children with central auditory processing disorders (CAPD). *International Journal of Audiology*. 42: 401-412.
- Dlouha, O., Novak, A. & Vokral, J. (2007). Central auditory processing disorder (CAPD) in children with specific language impairment (SLI) Central auditory tests. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. 71: 903-907.
- Durrant, D. & Lovrinic, J. (1995). *Bases of hearing sciences*. 1ra ed. Baltimore: Williams & Wilkins.
- Emanuel, D. (2002). The auditory processing battery: Survey of common practices. *Journal of the American Academy of Audiology*. 13: 93–117.

- Emanuel, D., Ficca, K. & Korczak, P. (2011). Survey of the Diagnosis and Management of Auditory Processing Disorder. *American Journal of Audiology*. 20: 48-60.
- Ferguson, M. & Moore, D. (2014). Auditory Processing Performance and Nonsensory Factors in Children with Specific Language Impairment or Auditory Processing Disorder. *Seminars in hearing*. 35 (1).
- Ferre, J. (2006). *Management strategies for APD*. En: Parthasarathy, T. (ed) *An Introduction to Auditory Processing Disorders in Children*. Mahwah: Laurence Erlbaum Associates: 161-183.
- Fogerty, D., Humes, L. & Kewley-Port, D. (2010). Auditory temporal-order processing of vowel sequences by young and elderly listeners. *J. Acoust. Soc. Am.* . 127 (4): 2509-2520.
- Fraser, J., Goswami, U. & Conti-Ramsden, G. (2010). Dyslexia and specific language impairment: The role of phonology and auditory processing. *Scientific Studies of Reading*. 14(1): 8–29.
- Fresneda, M. & Mendoza, E. (2005). Trastorno específico del lenguaje: concepto, clasificaciones y criterios de identificación. *Revista de neurología*. 41: 51-56.
- Fuente, A. (2009). Santiago-APD test battery. Auditec, St Louis.
- Fuente, A. (2012). What is auditory processing? *Frontiera ORL*. III (3): 15-23.
- Fuente, A. & McPherson, B. (2004). Percepción del habla bajo la presencia de sonidos enmascarantes. Breve revisión de los procesos involucrados y una aproximación al procesamiento auditivo central. *Revista Chilena de Fonoaudiología*. 5: 59-69.
- Fuente, A. & McPherson, B. (2006). Auditory processing tests for spanish-speaking adults: An initial study. *Int J Audiol*. 45: 645-59.
- Fuente, A. & McPherson, B. (2007). Central Auditory Processing Effects Induced by Solvent Exposure. *International Journal of Occupational Medicine & Environmental Health*. 20 (3): 271-279.
- Fuente, A., McPherson, B., Muñoz, V. & Espina, J. (2006). Assessment of central auditory processing in a group of workers exposed to solvents. *Acta Oto-Laryngologica*. 126 (11): 1188-1194.
- Gelfand, S. (1998). *Hearing: An introduction to psychological and physiological acoustics*. New York: Marcel Dekker.
- Gesell, A. (1929). *Infancy and human growth*. 1ra Ed. New York: The Macmillan Company.
- Gilley, P., Walker, N. & Sharma, S. (2014). Abnormal Oscillatory Neural Coupling in Children with Language-Learning Problems and Auditory Disorder. *Seminars in hearing*. 35 (1):15-26.
- Good, P. & Gillon, G. (2014). Exploring the benefits of integrating sound-field amplification and phonological awareness intervention for young school-aged children. *Speech, Language and Hearing*. 17 (1): 2-14.

- Greene, D. (1971). Temporal auditory acuity. *Psychological Review*. 78 (6): 540-551.
- Han, M., Ahn, J., Kang, J., Lee, E., Lee, J., Bae, J. & Chung, J. (2011). Central auditory processing impairment in patients with temporal lobe epilepsy. *Epilepsy & Behavior*. 20 (2): 370–374.
- Grimshaw, G., Kwasny, K., Covell, E. & Johnson, R. (2002). The dynamic nature of language lateralization: effects of lexical and prosodic factors. *Neuropsychologia*. 41: 1008-1019.
- Heath, S., Hogben, J. & Clark, C. (1999). Language deficits in dyslexic children: Speech perception, phonology, and morphology. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*. 40(4): 637–647.
- Henkin, Y., Givon, L., Yaar-Soffer, & Hildesheimer, M. (2011). Cortical binaural interaction during speech processing in children with bilateral cochlear implants. *Cochlear Implants International*. 12 (1): 61-65.
- Hirsh, I. (1967). *Information processing in input channels for speech and language*; The significance of serial order on stimuli. En Milliman, C. & Darley, F. (Eds.), *Brain mechanisms underlying speech and language*: 22-38. New York: Grune & Stratton.
- Humes, L., Dubno, J., Gordon-Salant, S., Lister, J., Cacace, A., Cruickshanks, K., Gates, G., Wilson, R. & Wingfield, A. (2012). Central Presbycusis: A Review and Evaluation of the Evidence. *Journal Of The American Academy Of Audiology*. 23(8): 635-666.
- Idiazábal-Aletxa, M. & Saperas-Rodríguez, M. (2008). Procesamiento auditivo en el trastorno específico del lenguaje. *Revista de neurología*. 46: 91-95
- Iliadou, V. & Kaprinis, S. (2003). Clinical psychoacoustics in Alzheimer's disease central auditory processing disorders and speech deterioration. *Annals of General Hospital Psychiatry*. 2: 12.
- Jerger, J. & Musiek, F. (2000). Report of the Consensus Conference on the Diagnosis of Auditory Processing Disorders in School-Aged Children. *Journal of the American Academy of Audiology*. 11: 467-474.
- Joanisse, M. & Seidenberg, M. (1998). Specific language impairment: a deficit in grammar or processing? *Trends in Cognitive Sciences*. 2: 240-247.
- Johnson, C., Benson, P. & Seaton, J. (1997). *Educational Audiology Handbook*. San Diego: Singular Publishing Group.
- Kamhi, A. (2011). What Speech-Language Pathologists Need to Know About Auditory Processing Disorder? *Language, Speech & Hearing Services In Schools*. 42(3): 265-272.
- Katz, J. (1962). The use of staggered spondaic words for assessing the integrity of the central auditory nervous system. *Journal of Auditory Research*. 2: 327-337.
- Katz, J. (1992). Classification of auditory processing disorders. En Katz, J., Stacker, N. & Henderson, D. (Eds.), *Central auditory processing: A transdisciplinary view*. 81–91. St. Louis, MO: Mosby Year Book.

- Keith, R. (1994). SCAN-A: Test for Auditory Processing Disorders in Adolescents and Adults. San Antonio: Psychological Corporation.
- Keith, R. (2000). SCAN-C: Test for Auditory Processing Disorders in Children. San Antonio: Psychological Corporation.
- Keith, R. (2000). Random gap detection test. St. Louis: Auditec.
- Kimura, D. (1961). Some effects of temporal-lobe damage on auditory perception. *Can J Psychol.* 15: 156-165.
- Korpilahti, P. & Lang H. (1994). Auditory ERP components and mismatch negativity in dysphasic children. *EEG Clin Neurophysiol.* 91: 256-64.
- Krishnamurti, S., Snell, R., King, B. & Drake, L. (2013). Auditory Processing Deficits in Alzheimer's Disease. *American Journal of Alzheimer's Disease.* 1 (2): 1-11.
- Lam, E. & Sánchez, L. (2007). Evaluation of Screening Instruments for Auditory Processing Disorder (APD) in a Sample of Referred Children. *The Australian and New Zealand journal of audiology.* 29 (1): 26-39.
- Lasky, E. & Katz, J. (1983). Perspectives on central auditory processing. En Lasky, E. & Katz, J. (Eds.), *Central auditory processing disorders: Problems of speech, language and learning.* 3–10. Baltimore: University Park Press.
- Lehongre, K., Ramus, F., Villiermet, N., Schwartz, D. & Giraud, A. (2011). Altered Low-Gamma Sampling in Auditory Cortex Accounts for the Three Main Facets of Dyslexia. *Neuron.* 72 (6): 1080-1090.
- Leonard, L. (2000). Children with Specific Language Impairment. Editorial Bradford Books, Massachusetts.
- Lister, J., Besing, J. & Koehnke, J. (2002). Effects of age and frequency on the diagnosis of auditory processing disorders. *Journal of the American Academy of Audiology.* 11: 467-474.
- Logan, J., Petrill, S., Flax, J., Justice, L., Hou, L., Bassett, A., Tallal, P., Brzustowicz, L., & Bartlett C. (2011). Genetic Covariation Underlying Reading, Language and Related Measures in a Sample Selected for Specific Language Impairment. *Behavior Genetics.* 41 (5): 651-659.
- Lister, J. & Roberts, R. (2005). Adaptive Tests of Temporal Resolution© (ATTR).
- Malins, J., Desroches, A., Robertson, E., Newman, R., Archibald, L. & Joanisse, M. (2013). ERPs Reveal the Temporal Dynamics of Auditory Word Recognition in Specific Language Impairment. *Developmental Cognitive Neuroscience.* 5: 134-148.
- Matson, A. (2005). Central auditory processing: a current literature review and summary of interviews with researchers on controversial issues related to auditory processing disorders". *Independent Studies and Capstones.* Program in Audiology and Communication Sciences, Washington University School of Medicine.

- McArthur, G. & Bishop, D. (2001). Auditory perceptual processing in people with reading and oral language impairments: current issues and recommendations. *Dyslexia*. 7: 150-170.
- McArthur, G., Bishop, D. & Proudfoot, M. (2003). Do video sounds interfere with auditory event-related potentials? *Behavior Research Methods, Instruments and Computers*. 35: 329–333.
- Mendoza, E. (2012). La investigación actual en el Trastorno Específico del Lenguaje. *Revista de Logopedia, Foniatría y Audiología*. 32: 75-86.
- Mendoza, E., Carballo, G., Muñoz, J. & Fresneda, M. (2005). CEG Test de comprensión de estructuras gramaticales. TEA ediciones.
- Meneguello, J., Leonhardt, F. & Pereira, L. (2006). Auditory processing in patients with temporal lobe epilepsy. *Braz J Otorhinolaryngol*. 72: 496–504.
- Meyer, M., Zaehle, T., Gountouna, V., Barron, A., Jancke, L. & Turk, A. (2005). Spectro-temporal processing during speech perception involves left posterior auditory cortex. *Neuroreport*. 16 (18): 1985-1989.
- Miller, C. & Wagstaff, D. (2011). Behavioral profiles associated with auditory processing disorder and specific language impairment. *Journal of Communication Disorders*. 44; 745–763.
- Mody, M., Studdert-Kennedy, M. & Brady, S. (1997). Speech perception deficits in poor readers: auditory processing or phonological coding? *Journal of Experimental Child Psychology*. 64: 199- 231.
- Moncrieff, D., Demarest, D., Morner, E. & Littlepage, R. (2014). Prevalence and Severity of Auditory Processing Deficits in Adjudicated Adolescents Screened with Dichotic Listening Tests: Implications for Diagnosis and Intervention. *Seminars in Hearing*. 35 (1): 39-50.
- Monfort, I. & Monfort, M. (2012). Utilidad clínica de las clasificaciones de los trastornos del desarrollo del lenguaje. *Revista de Neurología*. 54: 147-154.
- Monsees, E. (1961). Aphasia in children. *Journal of Speech and Hearing Disorders*. 26: 83-86.
- Montgomery J. Magimairaj B., Finney M. (2010). Working Memory and Specific Language Impairment: An Update on the Relation and Perspectives on Assessment and Treatment. *American Journal of Speech-Language Pathology*. 19: 78- 94.
- Moser, D., Baker, J., Sanchez, C., Rorden, C. & Fridriksson, J. (2009). Temporal order processing of syllables in the left parietal lobe. *J Neurosci*. 29 (40): 12568-12573
- Musiek, F. (1983). Assessment of central auditory dysfunction: The Dichotic Digits Test revisited. *Ear and Hearing*. 4: 79-83.
- Myklebust, H. (1954). Auditory disorders in children: A manual for differential diagnosis. NY: Grune & Stratton.
- Neff, W. (1961). Neural mechanisms of auditory discrimination. En *Sensory Communication*, Ed. Rosenblith: 259-278. Cambridge, MA; MIT Press.

- Pinheiro, M. & Musiek, F. (1985). Sequencing and temporal ordering in the auditory system. *Assessment of central auditory dysfunction: foundations and clinical correlates*: 219-238. Baltimore, MD: Williams & Wilkins.
- Pinheiro, M. & Ptacek, P. (1971). Reversals in the perception of noise and tone patterns. *Journal of the Acoustical Society of America*. 49: 1778-1782.
- Plante, E., Swisher, L. & Vance, R. (1991). MRI findings in boys with specific language impairment. *Brain and Language*. 41: 52-66.
- Rader, T., Fastl, H. & Baumann, U. (2013). Speech perception with combined electric-acoustic stimulation and bilateral cochlear implants in a multisource noise field. *Ear Hear*. 34 (3): 324-332.
- Real Academia Española. (2001). Disquisición. En *Diccionario de la lengua española* (22.a ed.).
- Rinker, T., Kohls, G., Richter, C., Maas, V., Schulz, E., & Schecker, M. (2007). Abnormal frequency discrimination in children with SLI as indexed by mismatch negativity (MMN). *Neurosci Lett*. 413(2): 99-104.
- Rocha-Muniz, C., Befi-Lopes, D. & Schochat, E. (2012). Investigation of auditory processing disorder and language impairment using the speech-evoked auditory brainstem response. *Hearing Research*. 4 (1-2): 143-152.
- Rocha-Muniz, C., Zachi, E., Antunes, R., Fix, D., Befi-Lopes & Schochat, E. (2014). Association between language development and auditory processing disorders. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*. 80 (3): 231-236.
- Rosen, S. (2003). Auditory processing in dyslexia and specific language impairment: is there a deficit? What is its nature? Does it explain anything?. *Journal of Phonetics*. 31.
- Rosen, S. (2005). A riddle wrapped in a mystery inside an enigma: defining central auditory processing disorder. *American Journal of Audiology*. 14: 139-142.
- Sánchez, M., Barbosa, F., Barros, F., Malavasi, M. & Caovilla, H. (2008). Auditory Processing Assessment in older people with no report of hearing disability. *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia*. 74 (6): 896- 902.
- Schmithorst V., Farah, R. & Keith, R.. (2013). Left ear advantage in speech-related dichotic listening is not specific to auditory processing disorder in children: A machine-learning fMRI and DTI study. *Neuroimage Clin*. 2 (3): 8-17.
- Schonhaut, L., Maggiolo, M., De Barbieri, Z., Rojas, P. & Salgado, A. (2007). Dificultades de lenguaje en preescolares: Concordancia entre el test TEPSI y la evaluación fonológica. *Revista Chilena de Pediatría*. 78 (4): 369-375.
- Serra-Grabulosa, J., Adan, A., Pérez-Pámires, Lachica, J. & Membrives, S. (2010). Bases neuronales del procesamiento numérico y del cálculo. *Revista de neurología*. 50 (1): 39-46.
- Sharma, M., Purdy, S. & Kelly, A. (2009). Comorbidity of auditory processing, language, and reading disorders. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. 52: 706-722.

- Shinn, J. (2007). *Temporal processing and temporal patterning tests*. En Musiek, F. & Chermak, G. (eds), *Handbook of (Central) Auditory Processing Disorder, Auditory Neuroscience and Diagnosis Volume I*: 231-255. San Diego, CA: Plural Publishing.
- Stevens, C., Paulsen, D., Yasen, A., Mitsunaga, L. & Neville, H. (2011). Electrophysiological evidence for attenuated auditory recovery cycles in children with specific language impairment. *Brain Research*. 1438: 35-47.
- Strouse, A., Hall, J. & Burger, M. (1995). Central auditory processing in Alzheimer's disease. *Ear Hear*. 16: 230-238.
- Tallal, P. (1980). Auditory temporal perception, phonics, and reading disabilities in children. *Brain and Language*, 9: 182-198.
- Tallal, P. (1981). Language Disabilities in Children: Perceptual correlates. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. (3): 1-13.
- Tallal, P. (2004). Improving Language and Literacy is a Matter of Time, *Nature Reviews Neuroscience*. 5 (9): 721-728.
- Tallal, P. & Piercy, M. (1973). Developmental aphasia: impaired rate of non-verbal processing as a function of sensory modality. *Neuropsychologia*. 1973a; 11 (4): 389-398.
- Tallal, P., Townsend, J., Curtiss, S. & Wulfeck, B. (1991). Phenotypic profiles of language-impaired children based on genetic/family history. *Brain and Language*. 41: 81-95.
- Tonnquist-Uhlén, I., Borg, E., Persson, H. & Spens, K. (1996). Topography of auditory evoked cortical potentials in children with severe language impairment: the N1 component. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 100: 250-260.
- Vandewalle, E., Boets, B., Ghesquière, P. & Zink, I. (2012). Auditory processing and speech perception in children with specific language impairment: relations with oral language and literacy skills . 33 (2): 635-644.
- Villanueva, P., Barbieri, Z., Palomino, H. & Palomino, H. (2008). Alta prevalencia de trastorno específico de lenguaje en isla Robinson Crusoe y probable efecto fundador. *Revista Médica de Chile*. 136: 186-192.
- Weismer, S., Evans, J. & Hesketh, L. (1999). An examination of verbal working memory capacity in children with specific language impairment. *J Speech Lang Hear Res*. 42: 1249-1260.
- Weshler, D. (1994). Test de Inteligencia Para Niños WISC-III Manual. Paidós Iberica.
- Wilson, W., Heine, C. & Harvey, L. (2004). Central Auditory Processing and Central Auditory Processing Disorder: Fundamental Questions and Considerations. *Australian and New Zealand Journal of Audiology, The*. 12 (2): 80-93.
- Wright, B., Lombardino, L., King, W., Puranik, C., Leonard, C. & Merzenich, M. (1997). Identification of temporal order within auditory sequences. *Perceptual Psychophysiology*. 12: 86-90.
- Zenker, F. & Barajas de Prat, J. (2003). Las Funciones Auditivas Centrales. *Auditio: Revista Electrónica de Audiología*. 2 (2): 31-41.

## 10. ANEXOS

### ANEXO 1.

#### CONSENTIMIENTO INFORMADO

#### **HABILIDADES DE PROCESAMIENTO AUDITIVO EN NIÑOS CON TRASTORNO ESPECÍFICO DEL LENGUAJE DE 7 A 11 AÑOS 11 MESES PERTENECIENTES A UN PROYECTO DE INTEGRACIÓN DE LA REGIÓN METROPOLITANA**

Investigador Principal: Dr. Flgo. Adrián Fuente

Co-investigador principal: Mag. Flga. Macarena Bowen

Co-investigadores:

Paula Araya

Marcela Castro

Kimberli Cuadra

Rodrigo Guerrero

Institución: Universidad de Chile

Av. Independencia 1027, Santiago de Chile

Le invitamos a participar en el proyecto de investigación “Habilidades de procesamiento auditivo en niños con trastorno específico del lenguaje (TEL) de 7 a 11 años 11 meses, pertenecientes a un proyecto de integración de la Región Metropolitana”, debido a que en la actualidad existe un importante número de menores que han sido diagnosticados con un trastorno específico del lenguaje (TEL), mismos que en su gran mayoría asisten a proyectos de integración en nuestro país. La temática del TEL se ha transformado en un área de debate en la comunidad científica debido a la forma de diagnóstico. Lo anterior ha llevado a la generación de distintas teorías que proponen aspectos no lingüísticos afectados en los menores con TEL, siendo una de éstas un déficit a nivel de aspectos relacionados con el procesamiento de la información auditiva. El estudio de estos aspectos no lingüísticos que pueden estar relacionados

con el TEL, tiene una gran importancia en los modelos de intervención a ser utilizados en este grupo de niños, teniendo un impacto directo en el desarrollo lingüístico y en un mejor desempeño escolar.

Esta investigación está enmarcada en el proceso de obtención del grado de Licenciado en Fonoaudiología de los estudiantes que realizan este proyecto.

**Objetivos:** Esta investigación tiene por objetivo encontrar una posible asociación en cómo los niños utilizan la información auditiva y la presencia de TEL, y si hay diferencias con los niños sin TEL. El estudio incluirá a un número total de 40 estudiantes, pertenecientes a un proyecto de integración de la región Metropolitana.

**Procedimientos:** Si el menor acepta participar y Ud. consiente esto, el menor será evaluado en 2 a 3 sesiones. Estas evaluaciones serán distribuidas en días diferentes para no cansar a su hija/o, cada una con duración máxima de 45 minutos. En la primera sesión se realizará un examen de la audición que consiste en: otoscopia, audiometría y discriminación de la palabra. En la segunda sesión se realizarán pruebas para determinar cómo se encuentra el lenguaje y la atención de su niño, estas serán: Conners, Retención de dígitos del WISC III, Test de Raven y Comprensión de estructuras gramaticales. En una última sesión se le realizarán pruebas para determinar cómo el niño/a utiliza la información auditiva que recibe, a través de las pruebas de bisílabos y dígitos dicóticos junto con un test que evalúa de resolución temporal (ATTR).

Esto es explicado con mayor detalles en el anexo "hoja de información al participante" adjunto a este consentimiento (ver ANEXO 2).

**Riesgos:** La administración de estas pruebas no tiene efectos indeseados o negativos. Si Ud. considera que su hija/o presenta algún problema importante deberá comunicarlo a la Lic. Macarena Bowen, al teléfono 2978 6606.

**Costos:** Esta investigación no tendrá ningún costo económico para Ud. Todos los test y pruebas serán aportados por los estudiantes a cargo del proyecto.

**Beneficios:** La participación de su hija/o en este estudio le dará los siguientes beneficios:  
1) conocer el desempeño lingüístico y auditivo de su hija/o, 2) en el caso de encontrar alguna dificultad en el desempeño de su hija/o, se le ofrecerá orientación y asesoría

pertinente para cada situación en particular. Además, se espera aportar positivamente al progreso del conocimiento y el mejor tratamiento fonoaudiológico de futuros pacientes.

**Alternativas:** Si Ud. no se siente satisfecho con lo expuesto en este documento, tiene la opción de no autorizar a su hijo/a para la participación del proyecto.

**Compensación:** Tanto Ud. como su hijo/a no recibirán compensación económica por la participación en el estudio.

**Confidencialidad:** Toda la información obtenida y derivada de la participación de su hijo/o en este estudio será conservada bajo estricta confidencialidad, lo que incluye el exclusivo acceso de los investigadores o agencias supervisoras de la investigación. Cualquier publicación o comunicación científica de los resultados de la investigación será completamente anónima.

**Información adicional:** Ud. o el /la profesor/a a cargo serán informados si durante el desarrollo de este estudio surgen nuevos conocimientos o complicaciones que puedan afectar la voluntad, tanto de su hijo/o como la suya, de continuar participando en la investigación.

**Voluntariedad:** La participación de su hijo/o en esta investigación es totalmente voluntaria, por lo que se puede retirar en cualquier momento, comunicándose a los investigadores y a la autoridad del establecimiento educacional, sin que ello signifique modificaciones en el estudio o alguna consecuencia negativa en su persona. De igual manera el investigador podrá determinar su retiro del estudio si consideran que esa decisión va en su beneficio.

**Derechos del participante:** Usted recibirá una copia íntegra y escrita de este documento firmado. Si usted requiere cualquier otra información sobre su participación en este estudio puede comunicarse con:

**Investigador:**

Dr. Adrián Fuente 2581 3633

**Autoridad de la Institución:**

Prof. Ximena Hormazábal 2978 6181

**Otros Derechos del participante**

En caso de duda sobre sus derechos debe comunicarse con el Presidente del “Comité de Ética de Investigación en Seres Humanos”, Dr. Manuel Oyarzún G., Teléfono: 2-978.9536, Email: comiteceish@med.uchile.cl, cuya oficina se encuentra ubicada a un costado de la Biblioteca Central de la Facultad de Medicina, Universidad de Chile en Av. Independencia 1027, Comuna de Independencia.

**CONCLUSIÓN**

Después de haber recibido y comprendido la información de este documento y de haber podido aclarar todas mis dudas, otorgo mi consentimiento para participar en el proyecto “Habilidades de procesamiento auditivo en niños con trastorno específico del lenguaje (TEL) de 7 a 11 años 11 meses, pertenecientes a un proyecto de integración de la Región Metropolitana”.

Nombre del menor	Rut.	Firma	Fecha
Nombre del Apoderado	Rut.	Firma	Fecha
Nombre del investigador	Rut.	Firma	Fecha

Si se trata de un paciente con discapacidad psíquica o intelectual, registrar nombre del paciente y de su apoderado, en cumplimiento artículo 28 ley 20.584.

**ANEXO 2.****HOJA DE INFORMACIÓN AL PARTICIPANTE  
PROCEDIMIENTOS DE SELECCIÓN DE LOS PARTICIPANTES**

Primero, se realizará una evaluación audiológica en el recinto educacional. Esta consistirá en:

- A. **Otoscopia bilateral:** consiste en la evaluación del oído usando un instrumento llamado otoscopio. El otoscopio está conformado por un mango y un cabezal, este último posee una fuente de luz y una lupa de baja potencia. En la parte frontal del cabezal se enrosca un cono plástico previamente esterilizado el cual se introduce en el canal auditivo externo del paciente para visualizar el estado del oído externo del paciente (canal auditivo y tímpano). El examen tiene una duración de 2 minutos aproximadamente.
- B. **Audiometría tonal liminal:** se busca determinar los umbrales mínimos de audición del paciente, en otras palabras, corresponde a la menor intensidad que el oído escucha el 50% de las veces. Para determinar los umbrales auditivos se emiten tonos de distintas frecuencias de forma intermitente, entregados a través de fonos utilizando un audiómetro portátil. El menor deberá responder levantando la mano cada vez que escuche un tono. El examen tiene una duración de no más de 15 minutos.
- C. **Discriminación de la palabra:** consiste en dictarle al paciente 20 estímulos verbales monosílabos, a una intensidad cómodamente audible. El paciente debe repetir verbalmente cada estímulo que le es dicho. La prueba busca evaluar no solo la integridad auditiva del paciente, sino también su integridad cerebral ya que además de escuchar debe comprender para poder repetir adecuadamente.

Además se realizará en dependencias del colegio una evaluación lingüística para corroborar el diagnóstico de TEL y la presencia de desarrollo típico. Las pruebas a realizarse serán:

- A. **Test de comprensión de estructuras gramaticales, CEG:** Instrumento diseñado para evaluar la comprensión gramatical en niños de 4 a 11 años de edad. Se realiza a través de la elección múltiple, consistente en elegir entre cuatro dibujos el que corresponde a la oración leída por el examinador. No requiere ningún tipo de respuesta verbal.

Contiene 80 bloques con 4 estímulos cada uno, permitiendo dos tipos de puntuaciones: la puntuación dada por el número total de estímulos correctos y la estimulación dada por el total de bloques correctos.

- B. Test de matrices progresivas (escala coloreada): es un Test de inteligencia no verbal, compuesto por una serie de problemas donde el menor elige piezas faltantes que completarían un dibujo presentado. Consta de tres series organizadas en dificultad creciente.

## PROCEDIMIENTOS A REALIZAR EN LOS PARTICIPANTES SELECCIONADOS

1. Evaluación cognitiva (memoria de trabajo y atención)
  - a. Retención de dígitos de la prueba WISC III: Consiste en la evaluación de la memoria auditiva a corto plazo, secuenciación, independencia de la distracción, facilidad con los números y alerta mental. En primera instancia se le dirán al menor 14 series numéricas que constan desde 3 hasta 9 unidades, las cuales deberá repetir, luego se le dirán otras 14 series de las mismas características que las anteriores, las que tendrán que ser elicitadas inversamente.
  - b. Conners' Continuous Performance Test: Es una prueba que usa un programa computacional que presenta letras en sucesión rápida. El menor debe presionar la barra espaciadora del teclado lo más rápido posible cuando aparezca cualquier letra, exceptuando la "X". Finalizado el test, el programa entrega un análisis del perfil atencional del menor.
2. Evaluación del procesamiento auditivo: Todas estas pruebas serán realizadas en establecimiento educacional. A continuación se detallarán cada una de ellas:
  - a. Dígitos dicóticos: La prueba consiste en presentarle al menor dos pares de números que pueden ir del 1 al 10, se presenta una totalidad de 20 estímulos. El menor escuchará dos números distintos que son presentados al mismo tiempo por cada oído, luego escuchará dos números más presentados de la misma forma. El sujeto debe repetir ambos pares numéricos. Su objetivo es evaluar el proceso de

integración binaural el cual se refiere a la habilidad de procesar información diferente presentada simultáneamente en ambos oídos. La integración binaural es determinante para rendir adecuadamente en situaciones como conversar en ambientes ruidosos o con varias personas conversando.

- b. Bisílabos dicóticos: Muy similar a la prueba anterior, pero en este caso los estímulos corresponden a dos palabras distintas presentadas de forma simultánea una por cada oído. Todas las palabras corresponden a bisílabos en español. El niño deberá repetir lo que escucha. Al igual que la prueba con dígitos dicóticos, el objetivo de esta prueba es evaluar el proceso de integración.
- c. Prueba Auditiva para Resolución Temporal (Adaptive Test for Temporal Resolution, ATTR): Es una prueba que utiliza un programa computacional el cual emite secuencias de 3 sonidos, cada uno representado por una figura. El menor deberá indicar en el computador el estímulo auditivo que sonó diferente al primero. Esta prueba busca evaluar la capacidad del sistema auditivo para detectar y procesar espacios de silencio dentro de un sonido tipo ruido continuo. La prueba no debiese durar más allá de 10 minutos.

## ANEXO 3.

## ANÁLISIS

## 1. Pruebas audiológicas

Se observa en la tabla A la distribución de los resultados obtenidos para PTP en OI y OD para el grupo estudio y el grupo control. En el grupo estudio se observa una mayor cantidad de individuos para el rango de 6-10 con 5 individuos y un 31,25% de representación en OI, y un número de 4 individuos en el rango de 11-15 con un 25% de representación para OD. Respecto al grupo control, se observa una mayor cantidad de individuos para el rango de 6-10 con 7 individuos y un 43,75% de representación en OI, mientras que para OD, se agrupa la mayor cantidad de individuos en el rango de 11-15 y 21-25, con un 31,25% en ambos rangos. En relación a DP, se observa que los individuos pertenecientes tanto al grupo estudio como al grupo control están dentro de la normalidad, es decir, con un desempeño igual o superior a 92%. En ambos grupos se presenta la mayor cantidad de individuos con un DP de 96%, siendo la representación porcentual del grupo estudio un 50% para OI y 56,25% para OD. Mientras, en el grupo control la representación porcentual es de un 56,25% para OI y un 50% para OD.

Tabla A. Pruebas Audiológicas

		Grupo TEL				Grupo sin TEL			
		OI		OD		OI		OD	
		n	%	n	%	n	%	n	%
PTP (dB)	0-5	1	6,25	2	12,5	1	6,25	1	6,25
	6-10	5	31,25	3	18,75	3	18,75	1	6,25
	11-15	3	18,75	4	25	2	12,5	5	31,25
	16-20	2	12,5	2	12,5	7	43,75	3	18,75
	21-25	2	12,5	3	18,75	1	6,25	5	31,25
	26-30	2	12,5	1	6,25	1	6,25	0	0
	31-35	0	0	1	6,25	0	0	1	6,25
	36-40	1	6,25	0	0	1	6,25	0	0
DP	92%	6	37,5	7	43,75	4	25	7	43,75
	96%	8	50	9	56,25	9	56,25	8	50
	100%	2	12,5	0	0	3	18,75	1	6,25
Total		16	100	16	100	16	100	16	100

## 2. Test de Raven MPC escala coloreada

En la tabla B se presenta la distribución de los resultados de la prueba Raven mediante rangos. Se observa que la mayoría de los niños de ambos grupos se sitúan en los rangos I y II, y solamente un niño se ubica en el rango III +. En el grupo TEL, 6 niños se ubican en el rango I con un 37,5%, mientras que en el rango 2 se ubican 9 niños con un 56,25%. En el grupo sin TEL, 9 niños se ubican en el rango I con un 56,25% y 7 niños se ubican en el rango II con un 43,75%. En base a esto se puede concluir que aunque la mayoría de los niños se ubican intelectualmente sobre el término medio; en el grupo TEL la mayor parte de los niños se caracterizan por un desempeño intelectualmente superior, mientras que en el grupo sin TEL la mayoría corresponden a un desempeño definitivamente superior al término medio.

**Tabla B. Test de Raven MPC escala coloreada**

Rango	Grupo TEL		Grupo sin TEL	
	n	%	n	%
Rango I	6	37.5	9	56.25
Rango II	9	56.25	7	43.75
Rango III +	1	6.25	0	0
Rango III -	0	0	0	0
Rango IV	0	0	0	0
Rango V	0	0	0	0
Total	16	100	16	100