

UNIVERSIDAD  
INTERNACIONAL  
DE LA RIOJA

**unir**

**Universidad Internacional de La Rioja  
Máster universitario en Neuropsicología y  
educación**

# Propuesta de un test de cribado para detectar problemas auditivos en niños con dificultades lectoras

**Trabajo fin de más-  
ter presentado por:** Carlos Alós Alcalde

**Titulación:** NEUROPSICOLOGÍA Y EDUCACIÓN.  
Rama Profesional

**Línea de investigación:** Avances en Neuropsicología

**Director/a:** Carolina Yudes Gómez

Mataró  
29-7-2014

Firmado por: Carlos Alós Alcalde

## **Resumen**

En este trabajo fin de máster se comparan los resultados audiométricos obtenidos por dos grupos de niños, con y sin dificultades lectoras, y en unas pruebas que evalúan el procesamiento auditivo central, a fin de evaluar el grado de madurez del sistema auditivo en ambos grupos. Las pruebas administradas fueron: una prueba de velocidad lectora, una audiometría por vía aérea y ósea, un test de velocidad de procesamiento auditivo (ISI), y una prueba de escucha dicótica, como test de lateralidad auditiva. Se administró además un nuevo test de cribado (TS), que se propone para identificar a aquellos niños con dificultades lectoras, cuya causa pudiera estar vinculada a un déficit en la velocidad de procesamiento auditivo.

*Resultados:* el grupo con dificultades lectoras mostró un rendimiento menor en velocidad lectora, velocidad de procesamiento auditivo y escucha dicótica. El grupo sin dificultades lectoras obtuvo un mejor desempeño en el test TS. No se apreciaron diferencias significativas en el perfil audiométrico de ambos grupos.

*Conclusiones:* Los niños con dificultades lectoras parecen obtener peores resultados en tareas de procesamiento auditivo temporal. La prueba TS podría ser un buen test para identificar a niños con trastornos del procesamiento auditivo, aunque se requieren posteriores estudios a fin de obtener una baremación de referencia por edades.

**Palabras Clave:** lectura, dislexia, procesamiento auditivo, discriminación temporal.

## ***Abstract***

In this paper audiometric results obtained by two groups of children with and without reading difficulties, and in tests that assess central auditory processing, in order to assess the degree of maturity of the auditory system in both groups, were compared. Tests administered were: a test of reading speed, audiometry for air and bone conduction, a speed test of auditory processing (ISI), and a dichotic listening test, as a test of auditory laterality. A new screening test (TS), which aims to identify those children with reading difficulties, the cause could be linked to a deficit in auditory processing speed, were also administered.

*Results:* The group with reading disabilities showed lower performance in reading speed, speed of auditory processing and dichotic listening. The group without reading difficulties scored better in the TS test. No significant differences were observed in the audiometric profile of both groups.

*Conclusions:* Children with reading difficulties seem to get worse results in temporal auditory processing tasks. The TS test could be a good test to identify children with auditory processing disorders, although further studies are required in order to obtain a reference baremación age.

**Keywords:** reading, dyslexia, auditory processing, temporal discrimination.

## ÍNDICE

<b>1.</b>	<b><i>Introducción.....</i></b>	<b>8</b>
1.1.	<i>Justificación y planteamiento del problema.....</i>	8
1.1.	<i>Objetivos generales y específicos.....</i>	11
<b>2.</b>	<b><i>Marco Teórico.....</i></b>	<b>12</b>
2.1.	<i>El sistema auditivo .....</i>	12
2.1.1.1.	<i>Bekesy .....</i>	12
2.1.1.2.	<i>Tomatis.....</i>	12
2.1.1.3.	<i>Bell.....</i>	13
2.1.2.	<i>Audición y desarrollo del sistema nervioso.....</i>	13
2.1.2.1.	<i>Filogénesis y ontogénesis de la audición .....</i>	13
2.1.2.2.	<i>Sistema reticular .....</i>	14
2.1.2.3.	<i>El oído en relación a otros sistemas.....</i>	15
2.1.2.4.	<i>Las vías eferentes .....</i>	16
2.2.	<i>La dislexia .....</i>	16
2.2.1.	<i>Déficit fonológico en la dislexia.....</i>	17
2.2.2.	<i>Déficit del procesamiento temporal en la dislexia.....</i>	18
2.3.	<i>Relación entre sistema auditivo y dislexia .....</i>	18
2.3.1.	<i>Perspectivas teóricas .....</i>	18
2.3.2.	<i>Perspectiva audiológica.....</i>	18
2.3.2.1.	<i>Perspectiva audiológica periférica.....</i>	19
2.3.2.2.	<i>Perspectiva audiológica de procesamiento auditivo central .....</i>	19
2.3.2.2.1.	<i>Características del procesamiento auditivo en la dislexia .....</i>	20
2.3.2.2.1.1.	<i>Procesamiento temporal.....</i>	20
2.3.2.2.1.2.	<i>Procesamiento frecuencial.....</i>	20
2.3.2.2.1.3.	<i>Procesamiento acústico o fonológico .....</i>	21

2.3.3.	<b>Perspectiva neuropsicológica .....</b>	<b>21</b>
2.3.3.1.	<b>Enfoque vestibular .....</b>	<b>21</b>
2.3.3.2.	<b>Enfoque holístico .....</b>	<b>22</b>
2.4.	<b>Evaluación de la audición en la dislexia .....</b>	<b>22</b>
2.4.1.	<b>Evaluación desde la perspectiva audiológica.....</b>	<b>22</b>
2.4.1.1.	<b>Pruebas objetivas.....</b>	<b>22</b>
2.4.1.2.	<b>Pruebas subjetivas.....</b>	<b>23</b>
2.4.1.3.	<b>Evaluación del Procesamiento Auditivo Central.....</b>	<b>23</b>
2.4.2.	<b>Evaluación neuropsicológica.....</b>	<b>24</b>
2.4.2.1.	<b>Evaluación vestibular.....</b>	<b>24</b>
2.4.2.2.	<b>Evaluación holística.....</b>	<b>24</b>
2.5.	<b>Terapias auditivas .....</b>	<b>25</b>
3.	<b>Marco Metodológico (materiales y métodos).....</b>	<b>27</b>
3.2	<b>Variables medidas e instrumentos aplicados.....</b>	<b>27</b>
3.2.1.	<b>Variables .....</b>	<b>27</b>
3.2.2.	<b>Instrumentos de medida utilizados:.....</b>	<b>28</b>
3.4.	<b>Resultados.....</b>	<b>33</b>
3.4.1	<b>Velocidad lectora .....</b>	<b>33</b>
3.4.2.	<b>Intervalo entre estímulos (ISI).....</b>	<b>34</b>
3.4.3.	<b>Prueba de escucha dicótica.....</b>	<b>34</b>
3.4.4	<b>Prueba de traducción simultánea (TS).....</b>	<b>35</b>
3.4.5.	<b>Perfil audiométrico.....</b>	<b>36</b>
4.	<b>Programa de intervención neuropsicológica .....</b>	<b>37</b>
4.1.	<b>Presentación/Justificación .....</b>	<b>37</b>
4.2	<b>Objetivos .....</b>	<b>37</b>
4.3	<b>Metodología .....</b>	<b>37</b>
4.4	<b>Actividades .....</b>	<b>41</b>

4.4.1. Protocolo general para la realización de las actividades: .....	41
4.4.2. Tipos de ritmo a utilizar: .....	41
4.4.3. Patrones a utilizar:.....	42
4.4.4. Canciones .....	42
4.4.5. Orden de ejecución .....	42
4.4.6 Registro de la actividad.....	43
4.5. Evaluación.....	44
4.6. Cronograma .....	45
5. Discusión y Conclusiones .....	47
5.1. Conclusiones .....	47
5.2. Limitaciones.....	48
5.3. Prospectiva .....	49
6. Referencias bibliográficas y Bibliografía.....	50
6.1. Referencias Bibliográficas.....	50
6.2. Bibliografía.....	56
ANEXOS.....	57

## **INDICE DE TABLAS Y GRÁFICOS**

### **Tablas:**

<b>Tabla 1: Actividades.....</b>	<b>43</b>
<b>Tabla 2: Calendario de actividades.....</b>	<b>46</b>
<b>Tabla 3: Ficha de actividad.....</b>	<b>47</b>
<b>Tabla 4: Hoja registro de datos.....</b>	<b>48</b>
<b>Tabla 5: Calendario del programa de intervención.....</b>	<b>49</b>

### **Gráficos:**

<b>Gráfico 1: Distribución de la muestra por edades.....</b>	<b>34</b>
<b>Gráfico 2: Distribución de la muestra por sexo.....</b>	<b>34</b>
<b>Gráfico 3: Media de velocidad lectora en ppm.....</b>	<b>35</b>
<b>Gráfico 4: Media de tiempo ISI en mseg.....</b>	<b>36</b>
<b>Gráfico 5: Escucha dicótica OD y OI, % aciertos.....</b>	<b>37</b>
<b>Gráfico 6: Prueba TS, sujetos que realizaron la prueba correctamente.....</b>	<b>37</b>

# 1. Introducción

## 1.1. Justificación y planteamiento del problema

La adquisición correcta de la lectura y la escritura constituye seguramente el elemento más importante a considerar cuando hablamos de aprendizaje escolar. Es el primer gran reto al que se enfrentan los alumnos, y también los maestros. Resulta esencial dominar estas técnicas, ya que van a constituir las herramientas principales de todo aprendizaje posterior. Los niños que muestran buenos resultados en las pruebas de velocidad lectora, comprensión, ortografía, etc., tienen altas probabilidades de seguir las diferentes etapas educativas con éxito.

Resulta comprensible por tanto, que la lectoescritura sea uno de los temas más debatidos en educación. A lo largo de la historia se han utilizado diferentes métodos de enseñanza y se ha argumentado sobre la edad óptima o los niveles madurativos previos necesarios para iniciar ese aprendizaje. Pero con independencia del método utilizado y el número de horas invertidas, parece evidente que algunos niños muestran una dificultad específica para poder leer y escribir bien. El término dislexia (*dis*: distorsión, *lexía*: lectura) señala este tipo de trastorno singular.

La dislexia es una de las disfunciones más estudiadas (Gayan, 2001). Se han indicado como causas de la dislexia factores hereditarios, nutricionales, del desarrollo perinatal, del parto, de la estimulación recibida en edades tempranas, y un largo etcétera imposible aquí de citar de forma exhaustiva.

Ya desde sus inicios, la investigación sobre la dislexia apuntó también a causas que implicaban el sistema visual. No en vano, el primer término acuñado para la dislexia fue el de “ceguera verbal”, indicando con ello, la aparente imposibilidad de las personas afectadas para ver las palabras, aunque su visión fuese correcta para todo lo demás.

Más recientemente, con el desarrollo de la optometría y la terapia visual, ha podido comprobarse que muchos niños considerados disléxicos presentaban en realidad problemas visuales. La agudeza visual (la necesidad de llevar gafas o no) es uno de los re-



quisitos para poder leer, pero no es suficiente. Nuestros ojos han de poder ver bien de cerca, a la distancia de lectura, pero hay otros muchos factores visuales a considerar, como la capacidad de acomodación, de ver en tres dimensiones (estereopsis), de mover los ojos con precisión (seguimientos oculares, movimientos sacádicos), etc. Gracias al desarrollo de la optometría comportamental, muchos niños erróneamente diagnosticados como disléxicos han dejado de serlo, simplemente porque lo que en realidad necesitaban era una corrección de su sistema visual.

Dado que en nuestra lengua, las letras representan sonidos, resulta lógico considerar que no sólo las alteraciones visuales pueden provocar dificultades en el aprendizaje de la lectura. Los trastornos de la audición también pueden estar implicados. Eso resulta muy evidente en los casos de sordera. Si no se interviene adecuadamente, la sordera impide la aparición del lenguaje y subsidiariamente, afectará al desarrollo de la inteligencia. Sin embargo, además de la sordera o hipoacusia, la eficacia del sistema auditivo consta de otros parámetros, al igual que la visión.

Una persona puede padecer hipoacusia y sin embargo, mostrar una gran habilidad para el aprendizaje de idiomas o la música, indicando con ello que su capacidad de análisis del sonido es muy precisa, por encima de la media. Algunos individuos son capaces de memorizar fácilmente información presentada por vía auditiva, mientras que otros no recordarán nada de lo escuchado en una conferencia, a menos que se realice con un amplio despliegue visual.

La constatación de que también intervienen factores auditivos complejos en el aprendizaje lectoescritor es más reciente, pero en la actualidad se le está dando una importancia creciente. En muchos casos, parece que la conducta disléxica puede estar motivada por un procesamiento lento de los estímulos acústicos, cuantificada en fracciones de milisegundos (Rocha-Muniz, Befi-Lopes y Schochat, 2012; Skoe y Kraus, 2010), pero suficiente para alterar la correcta integración de la información sonora, o bien por otro tipo de disfunciones, como la escasa capacidad para diferenciar sonidos parecidos (discriminación frecuencial) o una deficiente estructuración de la lateralidad auditiva.

Todas estas distorsiones en la percepción del sonido, ajenas por completo a la salud del órgano auditivo, señalan alteraciones del sistema nervioso central (SNC), que al

igual que ocurría con la visión, quedan en evidencia cuando se exige al sistema auditivo una máxima eficacia.

El procesamiento auditivo, a grandes rasgos, podríamos definirlo como lo que hace el cerebro con la información acústica que le llega. Es por ello que a este tipo de trastornos se les ha definido como Trastornos Auditivos de Procesamiento Central, APD o CAPD (por sus siglas en inglés, *Central Auditory Processing Disorders*), indicando con ello el origen central, es decir, del sistema nervioso involucrado en la audición.

Se considera que el número de niños afectados por trastornos APD está en torno al 3% de la población (Bellis, 2002). No es sencilla su identificación y correcto diagnóstico. Se requiere utilizar un elevado número de pruebas, por lo que consecuentemente, el tiempo a utilizar en la evaluación es considerable: del orden de 2 a 3 horas por sujeto.

Por otra parte, la mayoría de las pruebas que componen los test utilizados, son subjetivas, requieren de la colaboración de un paciente que habitualmente es de corta edad, en torno a los 7-8 años, edad en la que sus dificultades lectoras suelen ser el indicador de alarma. Es muy difícil conseguir la colaboración de niños de esta edad de forma constante, ya que fácilmente decae su atención, invalidando de este modo en gran parte, los resultados de las pruebas.

Por tanto, la batería de pruebas para los APD no puede administrarse de forma generalizada. Es necesario contar con pruebas de *screening* que permitan seleccionar de forma rápida a aquellos niños que tienen una mayor probabilidad de presentar problemas de procesamiento auditivo, y sólo administrarlas en esos casos.

Por este motivo, en el presente Trabajo Fin de Máster (TFM) presentamos los resultados de un estudio preliminar realizado en este campo.

Dado que los niños diagnosticados como disléxicos a los que atendemos (el autor, psicólogo y audioprotesista, es director del centro Neival, de Granollers, especializado en trastornos del aprendizaje) reciben una educación bilingüe castellano-catalán, se recogen algunos datos sobre su competencia en las dos lenguas, por ejemplo, pidiéndoles que traduzcan algunas frases de un idioma al otro. Se observó que las dificultades aumentaban notablemente cuando les pedíamos una traducción simultánea (TS), hasta el punto de, en muchos casos, no poder pronunciar palabra alguna.

Para elucidar si esta dificultad tenía un origen en la competencia bilingüe o bien en otro factor, solicitamos a niños con problemas de lectura, que realizaran una traducción simultánea de frases que escuchaban por unos auriculares (un cuento que narraba un adulto de forma muy lenta) y comprobamos que en una “traducción simultánea” en el mismo idioma (catalán-catalán o castellano-castellano), las dificultades que presentaban eran similares a la traducción bilingüe. La mayoría quedaban completamente bloqueados, balbuceando palabras ininteligibles y frases inconexas.

Resultaba evidente que no podían atender a la narración y a su propia voz simultáneamente. No se trataba de un factor asociado al carácter bilingüe de la tarea, sino a las características auditivas de la prueba, que exige procesar simultáneamente la voz del narrador y la propia.

Repetimos este tipo de prueba en niños buenos lectores, comprobando que, salvo alguna excepción, no presentaban dificultades tan evidentes. Incluso niños de 6 años, podían realizarla correctamente. Esta apreciación nos sugirió la idea de que la prueba TS podría constituir un buen test de cribado en la detección de dificultades auditivas.

## **1.1. Objetivos generales y específicos**

### **Objetivo general:**

Valorar la madurez del sistema auditivo en niños con y sin dificultades lectoras.

### **Objetivos específicos:**

1. Analizar si existen diferencias en cuanto a velocidad de procesamiento auditivo entre niños con y sin dificultades lectoras.
2. Comparar los resultados que obtienen los niños con y sin dificultades lectoras en la prueba TS.
3. Evaluar si la lateralidad auditiva difiere en niños con y sin dificultades lectoras
4. Observar si los niños con dificultades lectoras muestran un perfil audiométrico específico.

## **2. Marco Teórico**

### **2.1. El sistema auditivo**

#### **2.1.1. Fisiología de la audición**

Al estudiar las relaciones entre el sistema auditivo y el aprendizaje, nos encontramos con una dificultad inicial: no se conoce con certeza la fisiología de la audición. Los diferentes marcos teóricos propuestos no han logrado explicar satisfactoriamente la complejidad del sistema auditivo. Entre las teorías propuestas, destaca la teoría de Bekesy, la de Bell y la de Tomatis. Las dos primeras se centran en los mecanismos fisiológicos de la audición, mientras que la última es una teoría holística, que considera al oído un elemento clave en la organización del sistema nervioso, más allá de la función puramente auditiva. A continuación se exponen las características principales de cada una de ellas.

##### **2.1.1.1. Bekesy**

Bekesy recibió el premio Nobel de medicina en 1961 por sus trabajos sobre la audición, que parecían por fin esclarecer los mecanismos de la fisiología auditiva. Bekesy reprodujo el funcionamiento del oído, mediante complejos sistemas mecánicos, llegando a la conclusión, de que la transmisión del sonido se producía desde el tímpano y a través de la cadena osicular, hacia el oído interno, mediante impulsos mecánicos sobre la endolinfa, el líquido que baña las células ciliadas del oído, en lo que se ha denominado la “onda viajera” (Shera & Olson, 2011). La teoría de Bekesy no ha logrado explicar diversos fenómenos de la percepción auditiva, como la gran capacidad de discriminación frecuencial que poseemos, las otoemisiones acústicas (sonidos generados por las células auditivas), o el funcionamiento de los implantes cocleares.

##### **2.1.1.2. Tomatis**

El otorrinolaringólogo francés Tomatis (1974, 1989) fruto de su experiencia clínica en el trabajo como fonoiatra, expuso en varios escritos una nueva teoría de la audición opuesta a la de Bekesy, en la que la función de la cadena osicular no sería la transmisión del sonido, sino la regulación de su entrada al oído interno, mediante el concurso del músculo del martillo (sobre el tímpano) y el músculo del estribo (sobre la membrana oval). La transmisión del sonido se efectuaría a través del hueso, desde la inserción ósea del

tímpano. Tomatis dedicó especial atención a las relaciones entre psiquismo y audición. Como resultado de sus investigaciones creó un método terapéutico que lleva su nombre y que se aplica, entre otras, al tratamiento de la dislexia (Tomatis, 1979) y las dificultades escolares.

### **2.1.1.3. Bell**

Ha propuesto una nueva teoría de la audición, en la que el oído medio jugaría un papel regulador, y no transmisor del sonido. En este sentido, llega a conclusiones similares a las ya aportadas por Tomatis. El aspecto más novedoso de esta teoría radica en la explicación del funcionamiento del oído interno. La peculiar disposición geométrica de las células ciliadas sobre la membrana basilar explicaría, entre otras, el origen anatómico de la escala musical (Bell, 2002).

## **2.1.2. Audición y desarrollo del sistema nervioso**

### **2.1.2.1. Filogénesis y ontogénesis de la audición**

Diversos autores han señalado la especial relación entre el desarrollo del sistema auditivo y el desarrollo del SNC, teniendo en cuenta la filogénesis y ontogénesis del oído.

Tomatis (1974), basándose en estudios cibernéticos (Stanley y Stanley, 1962) aplicados a la biología, puso de manifiesto el paralelismo entre ambos. Según el mismo autor, el desarrollo del SNC es una respuesta adaptativa que se produce a fin de procesar la ingente entrada de información proporcionada por un sistema auditivo cada vez más perfeccionado. Desde un punto de vista filogenético se puede, efectivamente, distinguir diferentes etapas evolutivas de las estructuras implicadas en la audición que, a grandes rasgos, se corresponden con niveles crecientes de complejidad del sistema nervioso (Rocha-Muniz, et al., 2012; Share, Jorm, McLean y Russell, 2002).

Para comprender el papel del oído en el aprendizaje, se ha de recordar que en sus inicios, el oído aparece simplemente como analizador de movimientos, por su capacidad de percepción de la gravedad, y con esa referencia es capaz de suministrar información al animal sobre su situación en el espacio. Llamamos vestíbulo, a la parte del oído implicada en el control del equilibrio y la postura, que constituye el oído primigenio: el

utrículo, el sáculo y los canales semicirculares. La cóclea, especializada en la captación de sonidos, es una evolución del sáculo, y es capaz de analizar movimientos minúsculos, como los que produce el sonido en el aire.

Dependen del sistema vestibular el control del equilibrio, la postura y el tono muscular. Dado que se trata de funciones esenciales para la supervivencia, se aseguran además mediante la propiocepción y la visión, que constantemente dialogan con el vestíbulo.

El oído es muy precoz en su desarrollo embrionario. Siguiendo el curso filogenético, rápidamente se forma el sistema vestibular, y poco después se forman el resto de estructuras auditivas. El feto aprende mucho sobre la acción de la gravedad y el movimiento, in útero, pues sus vías vestibulares son las primeras en mielinizarse. La cóclea es totalmente funcional algo más tarde, en torno al quinto mes de gestación (Lecanuet y Schaal, 2002). Los bebés nacen con las vías auditivas funcionales y son capaces de reconocer la voz de su madre (Kisilevsky et al., 2003) y localizar la fuente de sonido, entre otras habilidades auditivas.

Uno de los momentos críticos en el desarrollo del sistema auditivo es cuando células ciliadas y neuronas se conectan, en el proceso conocido como “tuning”. Se requiere unas determinadas condiciones acústicas ambientales, para que el proceso se desarrolle satisfactoriamente (Graven y Browne, 2008). Es probable que algunas de las dificultades de procesamiento auditivo que muestran algunos niños con trastornos del aprendizaje, tengan su origen en este momento. El proceso de tuning requiere un cierto silencio, sin el cual, el “cableado” neurona-célula ciliada, no se produce correctamente. El tuning se desarrolla alrededor del sexto mes de embarazo, edad en el que muchos prematuros viven en incubadoras, en un ambiente ruidoso.

### **2.1.2.2. Sistema reticular**

Una disposición reticular de neuronas conforma el sistema nervioso de las medusas, los animales con oído más antiguos que conocemos. Al igual que estos animales, el hombre también está provisto de una formación reticular, un conjunto de neuronas que forman una red ascendente desde el tronco cerebral, la parte más antigua de nuestro sis-

tema nervioso, que tiene un papel esencial en nuestra supervivencia. Al igual que sucede en las medusas, oído y formación reticular tienen una estrecha relación. Las vías auditivas, vestibulares y cocleares envían en su recorrido haces de fibras a la formación reticular. Entre las numerosas funciones en las que interviene la formación reticular, destaca el mantenimiento del tono cortical (Siegel, 1979), mediante el S.A.R.A. (sistema activador reticular ascendente), que proporciona a nuestro cerebro la estimulación básica que necesita para su funcionamiento, manteniendo el arousal cortical, algo parecido al ralentí de un vehículo. Para que estemos despiertos y atentos, el SARA provee de esta estimulación primordial (Tortero y Vanini, 2010).

La actividad del SARA depende en gran medida de la estimulación facilitada por el entorno. Todos los sistemas sensoriales, incluidos los propioceptivos, envían información a la formación reticular. Cuando queremos disminuir nuestro ritmo cerebral, por ejemplo para poder dormir, desactivamos toda la información sensorial posible: apagamos la luz, buscamos el silencio, nos estamos quietos, etc. Cuando se trata de permanecer despiertos, hacemos todo lo contrario: cantamos, nos movemos... el 70% de las neuronas del sistema reticular reciben aferencias vestibulares, por lo que queda bien establecida la profunda interacción entre el oído y el S.N.C. más allá de lo que sería estrictamente el procesamiento de la información acústica, como veremos a continuación con otros ejemplos.

### **2.1.2.3. *El oído en relación a otros sistemas***

Tomatis (1974) sugirió que la audiometría no era tan sólo un examen acústico, sino que reflejaba en cierto modo la dinámica cerebral. Sus teorías empiezan a considerarse a la luz de nuevos trabajos científicos. Así por ejemplo, se ha encontrado relación entre el tipo de reflejo estapedial y la personalidad medida en los factores introversión-extroversión (Bar-Haim, 2002) y parece posible predecir las características de comportamiento del niño a partir del registro de su temperatura timpánica (Boyce et al., 2002). En la Universidad Monash, de Australia, han podido identificar patrones anormales en el registro electrovestibulográfico de pacientes psiquiátricos, de modo que parece factible poder diagnosticar la esquizofrenia mucho antes de que aparezcan los primeros síntomas (Lithgow y Moussavi, 2013). En relación con los problemas de aprendizaje, se ha podido establecer en un estudio longitudinal sobre más de 700 niños, que las variaciones audio-

métricas correlacionan altamente con el nivel de inteligencia y el comportamiento (Welch y Dawes, 2007).

#### **2.1.2.4. Las vías eferentes**

Procesamos las señales sonoras de forma activa. Existe una diferencia entre oír y escuchar, estructurada de forma anatómica, ya que la mayor parte de las células ciliadas del oído reciben información eferente (Delano, Robles y Robles, 2005), recibiendo órdenes desde el SNC, que regula de este modo nuestra audición.

No sólo somos capaces de responder a estímulos sonoros, sino que podemos localizar el sonido en el espacio, distinguir voces del ruido de fondo, discriminar entre sonidos parecidos, etc. Estas habilidades auditivas pueden marcar la diferencia entre un buen músico o no, por ejemplo. Consecuentemente, la evaluación de la audición ha de contemplar otros parámetros además de la medición de la sensibilidad sonora a partir de la audiometría.

## **2.2. La dislexia**

La dislexia es un trastorno específico en la adquisición de la lectura y la escritura, sin que pueda atribuirse a alguna alteración de la salud física o a una deficiente escolarización que lo justifique. Aparece en niños con cociente intelectual normal.

Al analizar el desempeño académico de los niños disléxicos, vemos que frecuentemente el trastorno aparece asociado a otras alteraciones, como son la memoria a corto plazo o la capacidad de organizar su trabajo de forma secuencial (Artigas-Pallarés, 2002)

En el niño disléxico, la velocidad lectora es claramente inferior a la media de su grupo de edad. No lee con fluidez, cometiendo errores sistemáticos como son las omisiones de letras o sílabas, la sustitución de unos sonidos por otros al confundir letras de grafía similar, rotándolas en espejo, la inversión de letras dentro de una sílaba, etc.



No todos los niños disléxicos presentan el mismo patrón de alteraciones en la lectura, lo que ha dado a clasificarlos en dos grupos, según presenten alteraciones en la ruta fonológica (indirecta) o en la ruta léxica o superficial (directa).

Los niños con dislexia fonológica, tienen dificultades para establecer la relación entre el sonido y la imagen que los representa. Leen mejor textos que contienen palabras que ya conocen. Alteran con facilidad la pronunciación de palabras nuevas. Realizan con gran dificultad ejercicios vinculados a la conciencia fonológica, como separar una palabra en sílabas o el deletreo.

Los niños con dislexia superficial no cometen tantos errores al leer, pero persisten en una lectura silábica, incluso en palabras que ya conocen. Hay una dificultad en el reconocimiento global de la palabra. La lectura de pseudopalabras se realiza a la misma velocidad que la de palabras usuales. Esta lectura silábica dificulta la comprensión de lo que se ha leído.

Se han apuntado varias hipótesis en cuanto a la etiología de la dislexia. En la actualidad, se consideran dos posibles causas principales:

- Una alteración específica, de carácter fonológico
- Una alteración global, en cuanto al procesamiento temporal de la información

### **2.2.1. Déficit fonológico en la dislexia**

El modelo fonológico subraya las dificultades en cuanto a conciencia fonológica del niño disléxico, que no construye correctamente la correspondencia fonema-grafema. Las modernas técnicas de neuroimagen apuntan a que, efectivamente, el procesamiento de la información que realizan los sujetos disléxicos difiere de los que no lo son. También se ha observado, que los niños que han seguido un programa de entrenamiento específico para incrementar la conciencia fonológica, muestran en su cerebro patrones de activación más similares a la población normal (Richards et al., 2000).

De todos modos, la dislexia también se da en sujetos que no presentan ninguna dificultad en cuanto a conciencia fonológica, por lo que el modelo fonológico resulta insuficiente.

## **2.2.2. Déficit del procesamiento temporal en la dislexia**

En palabras de López-Escribano (2007, p. 175):

*“El modelo del déficit en el procesamiento temporal de las dificultades de lectura sugiere que los disléxicos sufren de un déficit general, no lingüístico, en el procesamiento temporal para discriminar cambios rápidos o sucesivos de estímulos, tanto en la modalidad visual como auditiva.”*

De acuerdo con este modelo, los disléxicos necesitarían más tiempo para reconocer las características diferenciales de dos estímulos presentados consecutivamente. En lo referente a la visión, la dificultad estribaría en reconocer los grafemas a la velocidad de los movimientos oculares durante la lectura (sacádicos). En cuanto a la audición, la dificultad consistiría en ser capaz de procesar los sonidos del habla, a la misma velocidad que la del emisor. Una situación similar a lo que sucede cuando aprendemos un idioma, y le pedimos a nuestro nativo interlocutor que hable más despacio.

## **2.3. Relación entre sistema auditivo y dislexia**

### **2.3.1. Perspectivas teóricas**

Coexisten dos diferentes perspectivas en el estudio de las relaciones entre el sistema auditivo y las dificultades de aprendizaje y la dislexia:

- 1- Audiológica o centrada en la percepción del sonido.
- 2- Neuropsicológica, la cual abarca el estudio de otras funciones auditivas no ligadas a la mera audición, como son las funciones vestibulares.

### **2.3.2. Perspectiva audiológica**

El enfoque audiológico proviene de la práctica médica principalmente y tiene como objetivo el diagnóstico de patologías o disfunciones del sistema auditivo. A su vez, este enfoque podemos subdividirlo en dos clases:

- a. Perspectiva audiológica Periférica
- b. Perspectiva audiológica de Procesamiento auditivo central

La primera centra su actuación en el órgano auditivo (perspectiva periférica). La segunda se ocupa más de cómo el cerebro analiza y percibe el sonido (perspectiva central).

### **2.3.2.1. *Perspectiva audiológica periférica***

Desde esta orientación, el objetivo consiste en diagnosticar patologías auditivas o estimar el grado de pérdida auditiva, ya que se considera que pueden existir trastornos del aprendizaje, derivados de un deficiente funcionamiento del órgano auditivo. Dentro de este marco se han estudiado tradicionalmente los trastornos derivados de la hipoacusia o sordera, pues un déficit de la audición conlleva dificultades en la adquisición del lenguaje y suponen una traba importante para el normal desarrollo del aprendizaje.

Algunos autores (Ucles, Alonso y Lapresta, 2012) proponen una ampliación de esta perspectiva, señalando por ejemplo que algunas patologías, como las otitis de repetición, pueden dañar el normal desarrollo del sistema auditivo, aspecto ya señalado anteriormente por otros autores (Levinson, 1988).

### **2.3.2.2. *Perspectiva audiológica de procesamiento auditivo central***

Este enfoque trata de averiguar qué es lo que hace el cerebro con la información que le facilita el oído. Mediante test provenientes sobretodo de la neurología, se evalúan diferentes habilidades auditivas, que se sabe están relacionadas con problemas de aprendizaje, especialmente del desarrollo del lenguaje o la dislexia.

Algunas personas poseen una elevada capacidad auditiva, competencia que se muestra por ejemplo en el aprendizaje de idiomas o la música. Otras, por el contrario, muestran serias dificultades para poder escuchar en presencia de ruido, o piden a menudo que se les repita el mensaje hablado, sin que ello sea consecuencia de una patología auditiva.

Se ha constatado que algunos problemas de aprendizaje pueden tener causas auditivas. Muchos niños diagnosticados de dislexia o trastorno por déficit de atención con hiperactividad (TDAH) muestran dificultades en tareas que implican el procesamiento rápido o definido de información acústica (Bellis, 2002)

### **2.3.2.2.1. Características del procesamiento auditivo en la dislexia**

#### **2.3.2.2.1.1. Procesamiento temporal**

Se ha atribuído el origen de la dislexia a un déficit en el procesamiento de la señal acústica, especialmente de orden temporal. Ya en la década de los 70, algunos autores apuntaban en esta dirección (Farmer y Klein, 1995; Fitch, Miller y Tallal, 1997; Tallal, 2004; Tomatis, 1979), lo cual se ha confirmado posteriormente en una gran cantidad de trabajos (Banain, Abrams y Kraus, 2007; Cohen-Mimron, 2006; Murphy y Schochat, 2009) e incluso se ha propuesto el tratamiento de la dislexia mediante el entrenamiento temporal auditivo (Murphy y Schochat, 2011).

Una de las pruebas comúnmente utilizadas en la evaluación del procesamiento auditivo temporal en sujetos disléxicos, y que se ha utilizado en este trabajo, fue descrita inicialmente por Tallal (Fitch, Miller y Tallal, 1997). Esta prueba, a la que denominaremos ISI (en inglés *inter stimulus interval*) consiste en la presentación de dos sonidos de diferente frecuencia, intercalando un tiempo variable entre ambos. En los niños disléxicos, cuando este intervalo entre ambos sonidos es menor de 150 mseg provoca serias dificultades en la identificación de los sonidos, lo cual no sucede en niños no disléxicos. La autora señala que la identificación de fonemas requiere un tiempo de ejecución más corto, por lo que los niños disléxicos tendrían dificultades para procesar los fonemas al mismo tiempo que los produce el hablante.

#### **2.3.2.2.1.2. Procesamiento frecuencial**

El lenguaje hablado requiere una elevada capacidad de discriminación frecuencial, efectuada a una elevada velocidad. Se han publicado también numerosos artículos sobre la capacidad de discriminación frecuencial en los niños disléxicos, a veces con resultados contradictorios, pero parece establecido que sus habilidades musicales son inferiores a las de niños sin dificultades de lectura (Forgeard, Schlaug, Norton, Rosam y Iyengar, 2007). Recientemente se ha publicado un extenso trabajo que indica que los niños que asistieron a guarderías en las que se facilitaba educación musical, estaban más preparados para iniciar el aprendizaje lectoescritor, que los que habían asistido a guarderías con escasa formación musical (Blank y Adamek, 2010). Esta maduración diferencial, se ha comprobado incluso en animales (Roy, Nag, Upadihyay, Mathur y Jain, 2014). Así-

mismo se ha comprobado, mediante potenciales evocados, que la percepción del tono mejora con el entrenamiento (Santos, Joly-Pottuz, Moreno, Habib y Besson, 2006)

### **2.3.2.2.1.3.            *Procesamiento acústico o fonológico***

No existen estudios concluyentes que nos indiquen si los problemas de procesamiento auditivo presentes en la dislexia son específicos para el lenguaje (Nickisch y Massinger, 2009) o generales para cualquier estímulo sonoro (Tallal & Gaab, 2006) . Existe controversia al respecto, ya que han aparecido artículos a favor o en contra de las dos posturas, por lo que no contamos con un criterio claro. Los últimos estudios parece que cada vez otorgan más peso a la postura generalista (Murphy & Schochat, 2009), pero sigue sin haber consenso. Es un tema que reviste cierta importancia, por cuanto condiciona el tipo de terapia a considerar.

### **2.3.3.            *Perspectiva neuropsicológica***

Podemos distinguir dos enfoques diferenciados:

- a. Vestibular
- b. Holístico

#### **2.3.3.1.            *Enfoque vestibular***

Existe una abundante literatura científica que relaciona la dislexia y otros trastornos de aprendizaje, con el desarrollo psicomotor (Ferre y Aribau, 2006) y la eficiencia del sistema vestibular en coordinación con el cerebelo y diferentes terapias ponen un especial énfasis en estos aspectos, como en la teoría de integración sensorial (Cermak y Henderson, 1989).

En un estudio clásico sobre la dislexia (Frank y Levinson, 1973), los autores encontraron disfunciones cerebelares-vestibulares en la práctica totalidad de los sujetos disléxicos estudiados, lo cual ha sido posteriormente confirmado en otros estudios (Levinson, 1988). En un estudio longitudinal se encontró una elevada correlación entre los resultados de las pruebas vestibulares efectuadas a bebés de 6 meses de edad y los resultados

académicos posteriores (De Quiros y Schragar, 1987). Recientemente se ha propuesto un modelo explicativo de la dislexia (Fawcett y Nicolson, 2003), que explicaría las dificultades motoras, de articulación y de escritura que aparecen habitualmente, cuya causa sería la disfunción cerebelar.

### **2.3.3.2. Enfoque holístico**

Este enfoque está representado por la observación clínica recogida por Tomatis y desarrollada por sus discípulos. Desde esta perspectiva, el oído juega un papel fundamental en el mantenimiento de las funciones del sistema nervioso, ya que a través del sistema vestibular y coclear, envía una constante estimulación (Sistema SARA de la formación reticular). Según esta perspectiva, el oído está vinculado al desarrollo psicomotor y al desarrollo del lenguaje, pero también interviene –a través de su influencia en la dinámica global del sistema nervioso- en procesos de atención, memoria, creatividad, etc. e incluso la personalidad. Se ha comprobado recientemente que en la enfermedad mental, como la esquizofrenia (VeUILlet, Georgieff, Dalery, Cardine y Colet, 2001) o la depresión (Aubert-Khalifa, y otros, 2010), se altera la percepción auditiva, lo cual sugiere una estrecha relación entre audición y sistema nervioso.

## **2.4. Evaluación de la audición en la dislexia**

### **2.4.1. Evaluación desde la perspectiva audiológica**

La evaluación audiológica clásica trata de diagnosticar patologías auditivas mediante la -utilización de dos tipos de diferentes pruebas clínicas:

- Pruebas objetivas
- Pruebas subjetivas

#### **2.4.1.1. Pruebas objetivas**

Se denominan pruebas objetivas aquellas que se pueden realizar sin que se precise la colaboración del paciente. Son por tanto ideales en el trabajo con niños. Las prue-

bas subjetivas implican un grado de colaboración del paciente, por lo que no se pueden realizar en niños de corta edad.

Entre las pruebas objetivas más comúnmente utilizadas podemos citar la otoscopia, las otoemisiones acústicas, la impedanciometría (timpanometría y reflejo estapedial) y los potenciales evocados. Los resultados de estas pruebas nos proporcionan datos sobre el estado del oído externo, el tímpano, la cadena osicular, y el nervio auditivo.

Estas pruebas se utilizan con fines diagnósticos, a fin de detectar patologías auditivas. Sin embargo, está ampliándose su ámbito de aplicación. Se ha comprobado que el músculo estapedial interviene activamente durante la vocalización (Borg y Zakrisson, 1975), y que su movilización es previa a la emisión de sonido. Asimismo se ha encontrado patrones anormales del reflejo estapedial en niños con retraso del lenguaje (Thomas, McMurry y Pilsbury, 1985).

#### **2.4.1.2. Pruebas subjetivas**

Son las que permiten precisar más el diagnóstico, pero al requerir cierto grado de colaboración del paciente, no son factibles en niños pequeños. La más utilizada es la audiometría, que nos informa del grado y tipo de pérdida auditiva. También se incluyen en este apartado la logaudiometría (audiometría verbal) y las pruebas acumétricas.

#### **2.4.1.3. Evaluación del Procesamiento Auditivo Central**

Este conjunto de pruebas trata de cuantificar la calidad del análisis auditivo que realiza el sistema nervioso central. No existe una batería de test estandarizada y aceptada universalmente. Aunque el número de pruebas existentes es muy elevado, pocas han sido adaptadas a población de habla hispana (Romero-Díaz, Peñaloza-López, Garcia-Pedroza, Pérez y Castro, 2011). No obstante, siguiendo las recomendaciones de la Asociación Americana del Habla y el Lenguaje (American Speech and Hearing Association, ASHA), este tipo de diagnóstico ha de reunir al menos las siguientes pruebas (ASHA, 2005), que han demostrado utilidad en la práctica clínica, en el diagnóstico de personas con trastornos del habla y el lenguaje (Nickisch y Massinger, 2009):

- Discriminación frecuencial: o habilidad para distinguir entre estímulos similares (Noonan, Bavin, Ong y Grayden, 2007)

- Discriminación temporal: o habilidad para reconocer patrones o series temporales (Hill, Hogben y Bishop, 2005)
- Escucha dicótica: capacidad de integrar o diferenciar estímulos sonoros aplicados a ambos oídos simultáneamente. El test más utilizado es el de Kimura, que está baremado por edades en población española (Zenker, Suarez, Marro y Barajas, 2007). Esta prueba ha mostrado una amplia utilidad en el diagnóstico neurológico y también en la dislexia (Gadea-Domenech y Espert-Tortajada, 2004)
- Monoaurales de baja redundancia: capacidad para reconocer estímulos de baja calidad, como por ejemplo escucha en ruido o habla degradada en sus parámetros de intensidad, frecuencia o tiempo.
- Interacción binaural: habilidad para extraer información mediante la comparación de los estímulos sonoros que llegan a cada oído. Es el caso de la localización del sonido en el espacio.
- Por último, la ASHA recomienda la utilización de pruebas objetivas, ya que también están relacionadas con la eficacia del procesamiento auditivo central (Allen y Allan, 2001)

## **2.4.2. Evaluación neuropsicológica**

### **2.4.2.1. Evaluación vestibular**

La exploración vestibular en niños con dificultades de aprendizaje evalúa principalmente el equilibrio estático, dinámico y el tono muscular. Se utilizan pruebas provenientes de la neurología como son el test de Romberg, test de Fukuda, etc. (Femia, Gonzalez del Pino y Pérez-Fernández, 2011). Se han utilizado pruebas calóricas (inyección de agua o aire frío/caliente en el conducto auditivo) para explorar la función vestibular en niños, y esa información ha sido capaz de predecir dificultades escolares posteriormente (De Quiros y Schragger, 1987)

### **2.4.2.2. Evaluación holística**

Tomatis señaló que el aparato vestibular era capaz de analizar hasta la frecuencia de 800 Hz, y por tanto la exploración audiométrica de la banda de graves proporcionaba información sobre la función vestibular. Este autor también señaló que distorsiones en la



percepción auditiva, especialmente en la en la zona comprendida entre los 1000 y 3000 Hz. pueden ser la causa de la dislexia (Tomatis, 1979). Posteriormente ha sido confirmada la capacidad auditiva vestibular (Emami, y otros, 2012; Todd, Cody y Banks, 2000) en ese rango frecuencial.

## **2.5. Terapias auditivas**

Las terapias auditivas más utilizadas en España son el método Tomatis, el método Berard y el método Johansen. Todas han tenido una amplia difusión y se están empleando con éxito, pero carecen de la validación científica que sería de desear. Las dos primeras fueron desarrolladas por dos otorrinolaringólogos franceses, Tomatis y su discípulo, Berard, mientras que la tercera es obra de Johansen, director del Baltic Dyslexia Research Laboratory, un centro danés dedicado al estudio y tratamiento de la dislexia.

Estas terapias persiguen un objetivo similar: conseguir un perfil audiométrico óptimo que permita una adecuada función auditiva. Existen muchas otras terapias auditivas, que se basan mayoritariamente en los trabajos de Tomatis, como el método Samonas, el *Listening Training* o el *Dynamic Listening System* (Davis, 2004). Estas terapias utilizan música diseñada específicamente para cada paciente, a fin de corregir sus distorsiones audiométricas.

A partir de sus trabajos sobre procesamiento acústico en la dislexia, especialmente el procesamiento temporal, Tallal y Merzenich desarrollaron el programa *Fast Forward* que está siendo ampliamente utilizado en escuelas de EEUU y otros países europeos. Todavía no ha aparecido la versión en lengua hispana. Está compuesto de juegos que ejercitan diferentes habilidades auditivas, poniendo especial énfasis en el procesamiento temporal del sonido.

Otro programa ampliamente difundido es Earobics, compuesto de varios niveles de dificultad, desde los 4 a los 10 años. Consiste en juegos multimedia diseñados para favorecer el desarrollo de las habilidades auditivas.

Además de las terapias auditivas citadas, no hemos de olvidar que la educación auditiva por excelencia, es la música. Desde un punto de vista neuropsicológico, la actividad

musical es un objeto de estudio, que despierta gran interés entre los investigadores sobre plasticidad cerebral. Aprender a tocar un instrumento provoca cambios neurológicos muy evidentes ( Schlaug, Norton, & Overy, 2005). Se ha comprobado además que la música influye positivamente en el desarrollo cognitivo (Moreno et al., 2011; Schellenberg, 2006) y parece haber una elevada correlación entre las aptitudes musicales y la dislexia (Forgeard M. , Schlaug, Norton, Rosam, & Iyengar, 2008). Parece que, neurológicamente, música y lectura comparten redes neuronales, como por ejemplo, en cuanto a la capacidad de identificar regularidades acústicas (Strait, Hornickel, & Kraus, 2011).

### **3. Marco Metodológico (materiales y métodos)**

El objetivo de esta investigación es comparar el desempeño en diferentes pruebas auditivas entre dos grupos de niños, con y sin dificultades lectoras (D.L.). Además se propone una nueva prueba (TS) como test de cribado para identificar sujetos que pudieran presentar trastornos en el procesamiento auditivo.

#### **3.1 Diseño**

El diseño es cuasi experimental, de tipo descriptivo, transversal. Se analizan dos grupos que se formaron de manera no aleatoria, en función de su rendimiento lector

#### **3.2 Variables medidas e instrumentos aplicados**

##### **3.2.1. Variables**

Las **variables dependientes** medidas en ambos grupos fueron las siguientes:

- ✓ **Velocidad lectora**: medida en palabras por minuto (ppm).
- ✓ **Velocidad de procesamiento auditivo**: valor en milisegundos (mseg) del mínimo intervalo temporal interestímulos necesario para identificar la diferencia entre dos sonidos.
- ✓ **Lateralidad auditiva**: expresada en porcentaje de números recordados por cada oído en una prueba de escucha dicótica.
- ✓ **Capacidad de atender a dos discursos simultáneamente**, expresado en función del desempeño en la prueba de traducción simultánea, TS (Correcto-incorrecto).
- ✓ **Perfil audiométrico: expresado** en media y desviación típica de los valores obtenidos por vía aérea y ósea a partir de una audiometría.

La **variable Independiente** es el rendimiento lector, que caracteriza a los dos grupos que se comparan.

- ✓ El grupo con D.L. incluye niños derivados al despacho profesional del autor por sospecha de dislexia, con un bajo rendimiento lector.

- ✓ El grupo sin D.L. incluye niños derivados por otros motivos, con un nivel de lectura acorde con su grupo de edad.

### **3.2.2. Instrumentos de medida utilizados:**

- 1- **Velocidad lectora:** lectura de un texto en catalán extraído de una publicación infantil (ver anexo 1).

Se pidió a los sujetos que leyeran el texto durante un minuto, en voz alta. Se les explicó que debían leer el texto lo más rápido posible, pero sin cometer errores. Se les situó en posición de pie, colocando el texto en un atril, a la altura de los ojos. La sala donde se realizó la prueba está bien iluminada con luz natural sin ruido u otros distractores. Se anotó el número de palabras leídas, descontando las mal pronunciadas.

- 2- **Velocidad de procesamiento auditivo:**

Siguiendo el modelo descrito por Tallal (1997), se presentó de forma consecutiva dos tonos sinusoidales, de frecuencias 100 y 305 Hz, a diferentes intervalos inter-estímulos (ISI), desde 8 a 400 mseg (ver anexo 2). Los sujetos fueron instruidos para indicar cuál de los dos estímulos era el más agudo, si el primero o el segundo. Previamente se realizaron varios ejemplos hasta asegurarnos que el niño comprendía la consigna, utilizando un tiempo de 600 mseg. Tras dos fallos consecutivos, se consideró finalizada la prueba. Se anotó el tiempo mínimo del último tiempo contestado sin errores.

- 3- **Lateralidad auditiva:**

Prueba de escucha dicótica de parejas de dígitos, en catalán, desarrollada por el autor, siguiendo el modelo de Kimura (Zencker, y otros, 2007). En esta prueba se presenta simultáneamente por unos auriculares dos números por el oído derecho y otros dos por el izquierdo. Se solicita al sujeto que diga todos los números que ha podido escuchar (ver anexo 3). Los resultados vienen dados por el % de aciertos obtenidos para cada oído.

- 4- **Capacidad de atender a dos discursos simultáneamente:**

Se utilizó la prueba TS desarrollada por el autor. Esta prueba se enmarca dentro de las pruebas audiológicas de procesamiento central, concretamente dentro del grupo de pruebas de escucha en condiciones adversas, aunque también cumple alguna característica de los tests de escucha dicótica.

En esta prueba, se solicita al niño que nos repita lo que está oyendo, mientras escucha por unos auriculares un texto leído lentamente.

Al tener que controlar dos discursos simultáneamente, la del narrador y la del propio sujeto oyente, la prueba está también influenciada por factores atencionales y de memoria auditiva.

En conjunto la prueba exige un nivel madurativo del sistema nervioso central relacionado con la audición, pues entraña una dificultad, sostenida en el tiempo.

Hemos constatado en la práctica clínica, que buena parte de los niños que acuden a nuestra consulta por trastornos del aprendizaje de la lectura, muestran una especial dificultad en la realización de esta prueba, paralelamente a puntuaciones bajas en algunas pruebas de procesamiento central, especialmente de orden temporal, como el test ISI (Tallal, Merzenich, Miller, y Jenkins, 1998). Dado que es de rápida y fácil administración, se analiza en este trabajo su relación con otras pruebas auditivas, a fin de considerar su utilidad como test de cribado.

*Procedimiento de administración:* se escogió un fragmento del libro “El pequeño príncipe”, narrado por una voz femenina, escogida por su claridad en la dicción. Se modificó digitalmente, a fin de enlentecer el discurso hasta conseguir un ritmo de 70 ppm. (ver anexo 4). Los sujetos escucharon la narración mediante unos auriculares conectados a un ordenador.

Se comprobó que los sujetos oían correctamente el texto. Se les dio las siguientes instrucciones. “*Ahora oirás una persona que habla despacio. Tienes que ir repitiendo todo lo que oyes, sin parar*”. Si el sujeto mostraba indicios de no haber comprendido la consigna, se le clarificó del siguiente modo: “*Mira, ahora yo estoy hablando, quiero que vayas repitiendo todo lo que yo diga*”. Cuando se comprobó que se había comprendido la consigna se procedió con la prueba.

La duración de la prueba fue de 30 segundos. Se valoró de forma dual: correcto/incorrecto. Se consideró correcto cuando el discurso del sujeto era fluido, se entendían las palabras y los errores cometidos no afectaban a la comprensión global, a criterio del examinador. Se consideró incorrecto cuando el discurso resultó ininteligible, o sólo se repetían palabras sueltas, que no permitían la comprensión del discurso. También se evaluó como incorrecto, cuando el sujeto utilizaba como estrategia la memorización de frases que repetía inmediatamente, pero sin repetir al mismo ritmo que el narrador.

#### 5- **Perfil audiométrico:**

Se realizó una audiometría a cada sujeto, de acuerdo con las normas ISO 8253-1. Se obtuvieron 11 medidas por vía aérea y 8 por vía ósea para cada oído, expresadas en db HTL. Se obtuvo la media y desviación típica para cada sujeto, por vía aérea y ósea de cada oído. La media nos indica la pérdida auditiva global, mientras que la desviación típica nos indica la regularidad del perfil audiométrico (ver anexo 5).

### **3.3. Población y muestra**

La muestra procede de niños y niñas que acudieron a la consulta profesional del autor durante el último año. Los niños pertenecen geográficamente a la comarca del Vallés Oriental, de Barcelona, la mayoría de la capital comarcal, Granollers. El nivel socio-económico es medio. Todos se hallaban correctamente escolarizados. Para confeccionar los grupos a analizar, se rechazaron todos aquellos sujetos que presentaran alguna afectación que aparentemente pudiera influir en su rendimiento lector, tales como:

- Diagnóstico de TDAH
- Medicación psicotrópica
- Haber padecido traumas emocionales o físicos tales como maltrato, abandono, separación de los cónyuges, muerte reciente de un familiar, etc.
- Patologías severas
- Terapias recientes
- Más de 5 reflejos primitivos presentes.

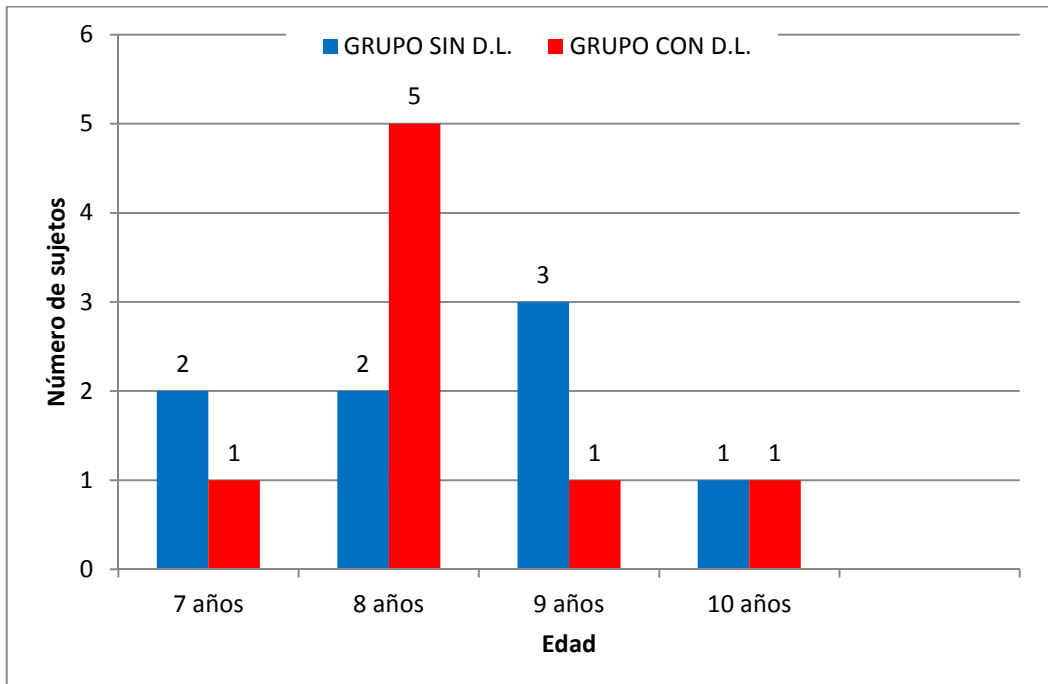
Con ello se ha intentado homogenizar los grupos, descartando aquellos niños que pudieran presentar dificultades lectoras por causas biológicas, de desarrollo o ambientales evidentes.

Para el **grupo de niños sin dificultades lectoras (grupo sin DL)**, se escogieron aleatoriamente, entre los archivos de pacientes que acudieron a consulta en el último año, un total de 8 niños con edades comprendidas entre los 7 y los 10 años (edad media = 8.37 años), cuyo motivo de consulta no hubiera sido las dificultades en lectura, y se verificase una velocidad lectora superior al menos a las 70 ppm., o bien acorde con su grupo de edad

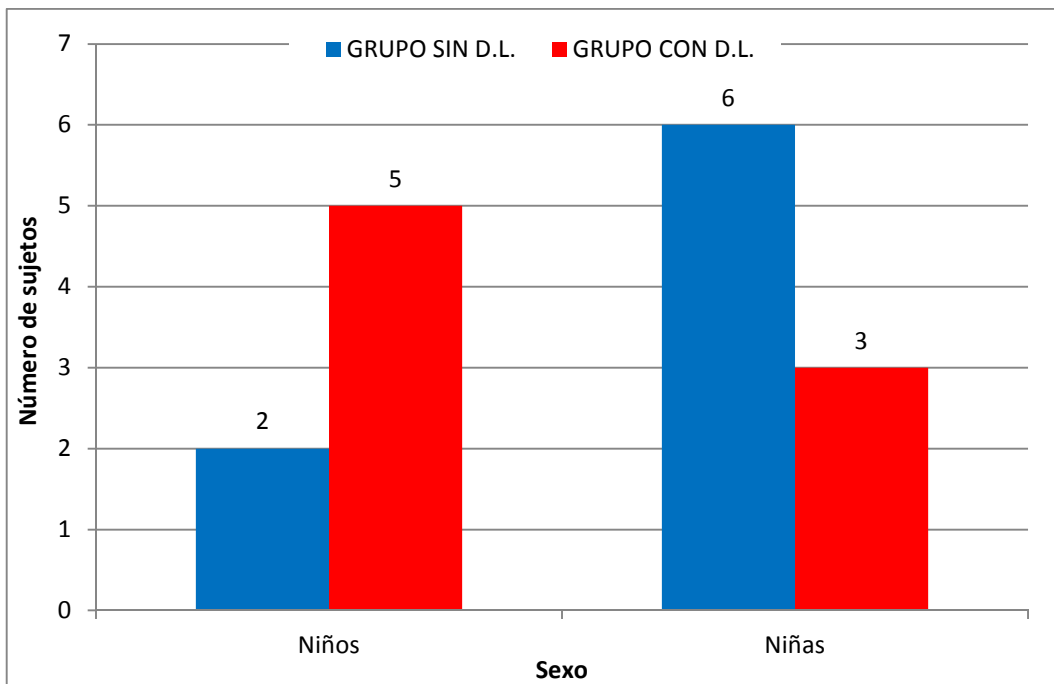
Para el **grupo con dificultades lectoras (grupo con DL)**, se escogieron 8 niños (edad media = 8.25 años) cuyo motivo de consulta de los padres hubiera sido específicamente sospecha de dislexia y su velocidad lectora fuera inferior a las 70 ppm.

Como resultado de estos criterios de selección los grupos resultantes presentaron diferente estructura por sexos y edades. No obstante, esta distribución se asemeja bastante al perfil de los niños que acuden a nuestra consulta. Se ha de considerar que el número de niños que presentan dificultades lectoras es mayor que el de niñas, en consonancia con la distribución de la muestra. Respecto a la edad, se ha de considerar que en tercero de educación primaria resultan muy evidentes las dificultades lectoras de algunos niños respecto al nivel de competencia de su grupo, motivo por el cual, es frecuente que la familia acuda en ayuda de un especialista a esa edad (8 años). Por tanto, a pesar de que los grupos no estén balanceados en cuanto a edad y sexo, estimamos que la muestra se aproxima en cuanto a estos factores, a la población origen. La distribución por edades y sexos, de ambos grupos se muestra en los Gráfico 1 y 2.

**Gráfico 1: Distribución de la muestra por edades**



**Gráfico 2: Distribución de la muestra por sexo**



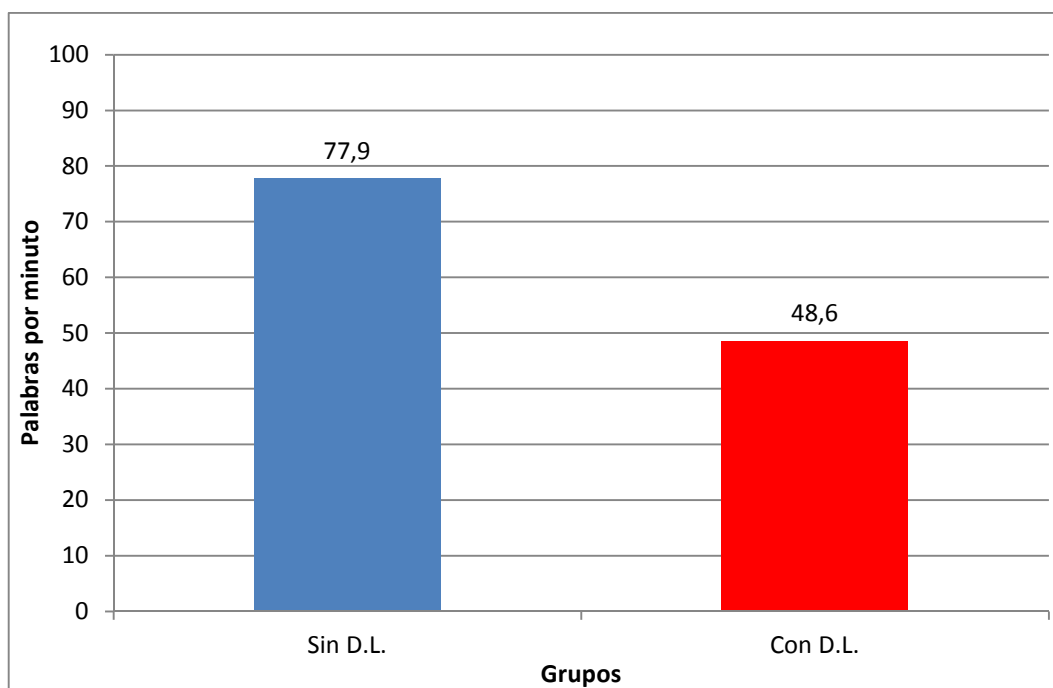


## 3.4. Resultados

### 3.4.1 Velocidad lectora

Tal como se observa en el Gráfico 3, la media de velocidad lectora de ambos grupos, medida en palabras por minuto, es claramente distinta. En el grupo sin D.L., la velocidad lectora media observada del grupo es de 77,9 ppm., ligeramente inferior a lo que correspondería (la media de referencia del grupo, ponderada para cada edad es de 90 ppm). En el grupo con D.L., la media de referencia sería de 83 ppm, y la media observada del grupo es de 48,6 ppm, por tanto la diferencia es mucho mayor. En el grupo sin D.L., la velocidad lectora es superior al grupo con D.L. La diferencia de 29.3 palabras entre ambos grupos fue comparada mediante la prueba T dan como resultado que esta era estadísticamente significativa ( $t= 5,2$ ;  $p= 0,0008$ ).

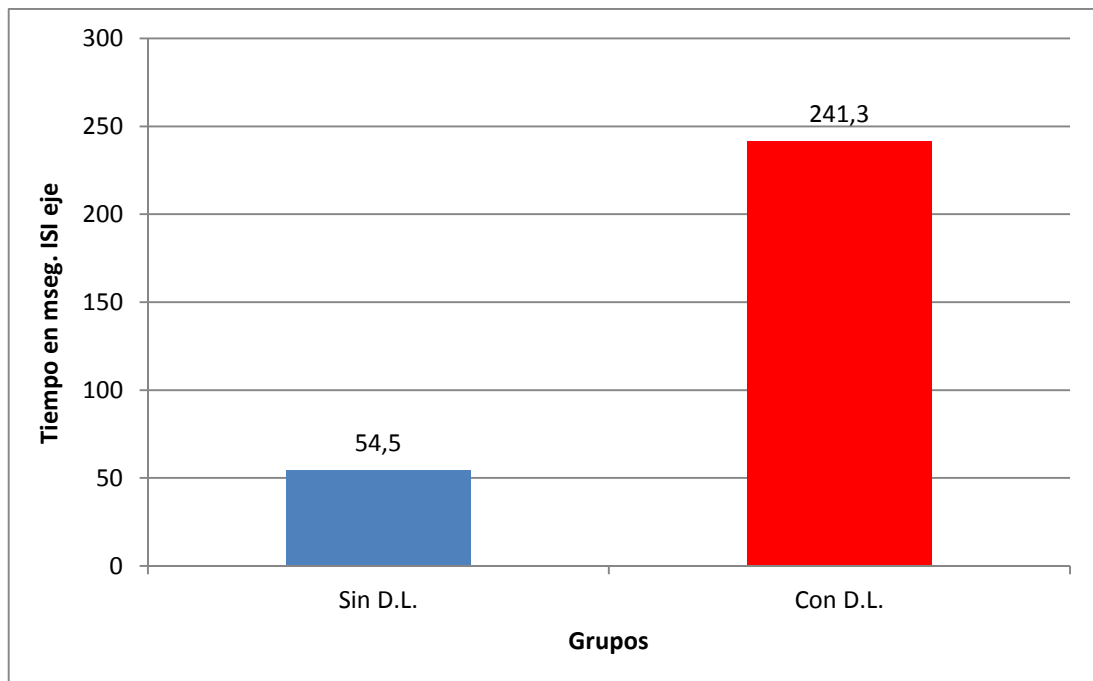
**Gráfico 3: Media de velocidad lectora en ppm**



### 3.4.2. *Intervalo entre estímulos (ISI)*

Tal como se observa en el Gráfico 4, el grupo sin D.L. pudo identificar correctamente dos estímulos presentados consecutivamente, aunque el intervalo de tiempo entre ambos fuera muy reducido. Sin embargo, el grupo con D.L. precisó un tiempo considerablemente mayor para identificarlos. La comparación de medias mediante la prueba T, resultó significativa ( $t = 5,2$ ,  $p = 0,0008$ ).

**Gráfico 4: Media de tiempo ISI en mseg.**



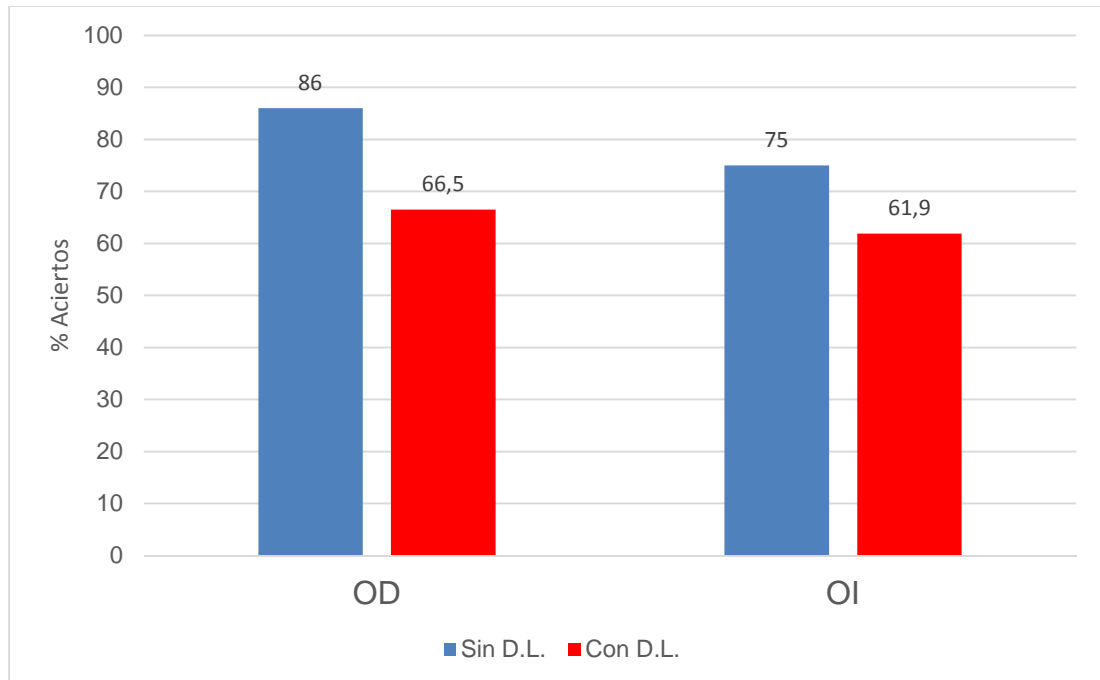
Sólo un sujeto del grupo con D.L. obtuvo un tiempo inferior a los 150 mseg., que es el tiempo que parece marcar el punto de inflexión entre los sujetos disléxicos y no disléxicos (Tallal, Merzenich, Miller, & Jenkins, 1998).

### 3.4.3. *Prueba de escucha dicótica*

El porcentaje de aciertos fue mayor en el grupo sin D.L., tanto para los ítems presentados por el oído derecho (OD) como para los presentados por el oído izquierdo (OI).

No obstante, la diferencia entre ambos grupos para el oído derecho fue significativa ( $p=0.001$ ,  $t=3,4$ ) pero no así para el oído izquierdo ( $p=0.1$ ,  $t=1,8$ ). Los datos no muestran un perfil de lateralidad auditiva específico en cada grupo.

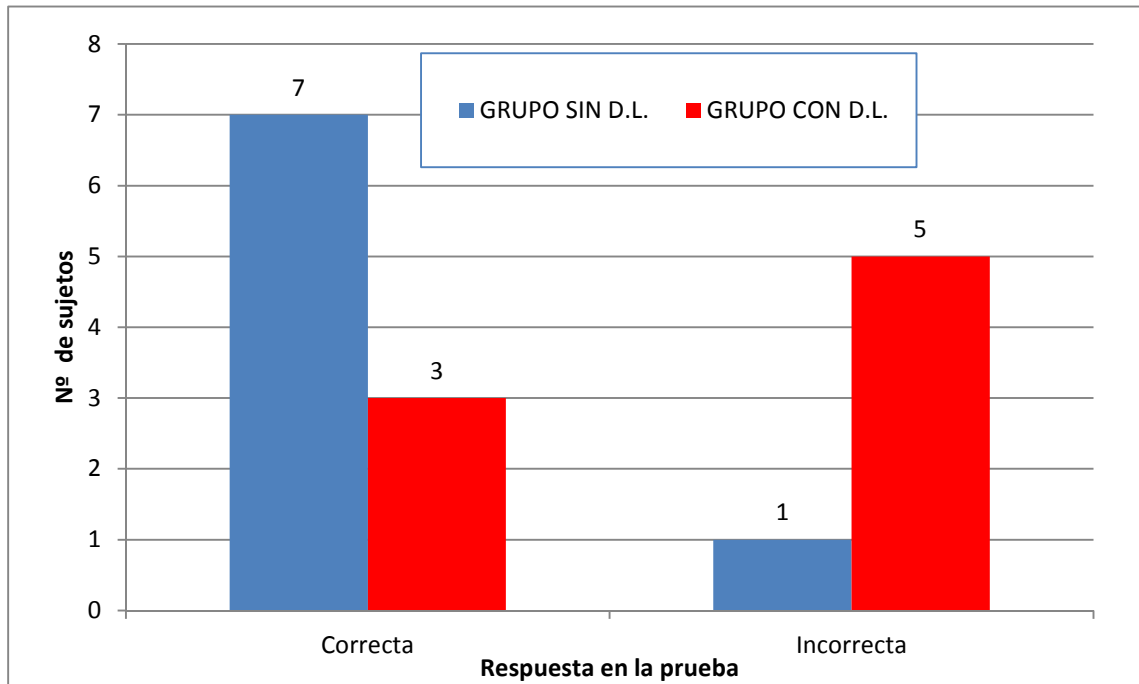
**Gráfico 5: Escucha dicótica OD y OI, % aciertos**



Podemos observar también en el Gráficos 5 diferencias intragrupos: en el grupo sin D.L., el porcentaje de aciertos en la prueba de escucha dicótica fue mayor en el oído derecho. Dicha diferencia, analizada mediante la prueba T, resultó significativa ( $p = 0.01$ ,  $t= 3,30$ ). Sin embargo, en el grupo con D.L., el porcentaje de aciertos entre el oído derecho y el izquierdo es menos acusada. La diferencia no resultó significativa ( $p = 0,35$ ,  $t= 0,99$ ).

#### **3.4.4 Prueba de traducción simultánea (TS)**

En el grupo sin D.L., la prueba TS la realizaron bien 7 de los 8 sujetos, mientras que en el grupo con D.L., la proporción fue mucho menor (3 de 5).

**Gráfico 6: Prueba TS, sujetos que realizaron la prueba correctamente**

### 3.4.5. Perfil audiométrico

Los perfiles audiométricos obtenidos de ambos grupos fueron similares. No se obtuvieron diferencias significativas entre ambos grupos, en cuanto a la media de la curva audiométrica, ni tampoco en cuanto a la desviación típica de los valores de la curva.

A tenor de los datos expuestos, el grupo sin D.L. muestra una velocidad lectora ligeramente inferior a la que correspondería por media de edad, realiza la prueba ISI en tiempos reducidos, la de escucha dicótica con altos porcentajes de aciertos en ambos oídos, y la prueba TS de forma correcta. Por el contrario, el grupo con D.L. muestra una velocidad lectora muy inferior a la media de referencia por edad, los tiempos ISI son muy largos, los porcentajes de aciertos en las pruebas de escucha dicótica son más bajos, y la mayoría de sujetos no supera la prueba TS.

## **4. Programa de intervención neuropsicológica**

### **4.1. Presentación/Justificación**

Las dificultades que presentan algunos niños en el aprendizaje lecto escritor, constituye uno de los principales retos del sistema educativo, ya que la lectura y la escritura son las herramientas básicas que todo alumno ha de dominar, para acceder a la información. Entre las diferentes causas que subyacen en el aprendizaje de la lectura, se encuentran las dificultades de procesamiento auditivo, y específicamente las relativas al procesamiento temporal de la información. Resulta por tanto conveniente contar con un test de cribado, que permita identificar a los niños que presentan trastornos en cuanto a la eficacia de su sistema auditivo, para poder dirigirlos al profesional adecuado. Este test debería ser de fácil administración y de alta correlación con pruebas estandarizadas de velocidad de procesamiento auditivo. Ambas características parecen converger en la prueba TS.

Por otra parte, sería deseable contar con un programa sistematizado que ayude a la maduración del sistema auditivo en general, y al procesamiento temporal en particular. Se propone por tanto un programa de intervención para alumnos de educación infantil y primaria, centrado en el análisis acústico temporal, a través de la educación musical, concretamente en el aprendizaje y práctica de estructuras rítmicas.

### **4.2 Objetivos**

- Identificar aquellos niños con dificultades lectoras que puedan presentar deficiencias en cuanto al procesamiento temporal auditivo.
- Mejorar la capacidad de procesamiento temporal en niños de preescolar y primaria

### **4.3 Metodología**

Siendo el campo que nos ocupa poco conocido a nivel académico, resulta indispensable que los profesores que van a colaborar en este programa conozcan mínima-

mente las características del sistema auditivo, su relación con el desarrollo en general, y con el aprendizaje lectoescritor en particular.

Por tanto, la primera parte de nuestro programa de intervención se centra en procurar esta formación básica, en la que el profesorado recibirá una formación específica sobre el la fisiología del procesamiento temporal, que incluirá la formación específica en su evaluación, mediante dos de las pruebas descritas en este trabajo:

- El test ISI (Tallal, Merzenich, Miller, & Jenkins, 1998)
- El test TS

Se proponen estas pruebas por su sencillez en la administración. Existen otras baterías de test de procesamiento temporal más completas, que podrían utilizarse en el marco de una investigación en este campo (Montilla, 1997).

Antes de comenzar el programa de intervención, se evaluará la competencia lectora de los niños que a juicio del profesor/a, presenten retraso respecto al grupo. Para ello se utilizará un test estandarizado de velocidad lectora, que junto a los ya citados de Tallal y TS, compondrán la batería de test que nos permitirá valorar el programa de intervención.

Los maestros implicados deberán además demostrar unas competencias mínimas en formación musical: ser capaces de cantar afinadamente canciones populares infantiles, y llevar adecuadamente el ritmo musical. Esta evaluación la supervisará una profesora de música cualificada. Las actividades que se propondrán a continuación están diseñadas para su aplicación grupal, en el aula, durante un tiempo máximo de cinco minutos, cuatro veces al día: al empezar las clases, antes de salir al recreo, al volver del recreo y antes de salir de clases. No obstante, el profesor/a procurará especial atención a sus alumnos con dificultades lectoras, a quienes mantendrá a corta distancia durante las actividades, a fin de poder ayudarles durante las mismas, si así se requiere. Las actividades, por tanto, se integrarán dentro del diseño curricular.

Los estudios sobre plasticidad cerebral han revelado que los cambios neurológicos se producen con la práctica constante de una actividad ( Schlaug, Norton, & Overy, 2005). Es por ello que proponemos esta secuencia de actividades diaria.

El tiempo total pues asignado a las actividades que propondremos a continuación es de 20 minutos diarios (cuatro sesiones de 5 minutos cada una).

Las actividades se llevarán a cabo durante un período de 6 meses, realizándose una evaluación a los tres meses y otra al final de las mismas. Esta evaluación se realizará exclusivamente a los niños identificados con dificultades lectoras. Un aula, escogida al azar, no implementará el programa, estableciéndose como grupo control.

La actividad será dirigida por la maestra/o del aula, por lo que no se requiere personal de apoyo. Como material tan sólo se requiere un reproductor de música. Cada actividad consiste aparentemente en cantar y bailar una canción popular infantil, ejecutada de una determinada forma, ya que con ello pretendemos la integración audio motora de estructuras temporales (ritmos). La estructuras rítmicas que proponemos siguen una complejidad creciente, siguiendo el modelo de Mira-Stamback (Montilla, 1997).

Conociendo la importancia del desarrollo de los patrones motores (Ferre & Aribau, 2006), reproduciremos las estructuras rítmicas siguiendo patrones homolaterales en un principio, finalizando con patrones contralaterales, una vez los primeros se encuentren bien afianzados.

Los aspectos más destacados de este programa de intervención son por un lado, la realización de actividades que integran el aprendizaje temporal (rítmico) con el desarrollo de los patrones motores básicos homo y contralateral, a fin de mejorar el procesamiento temporal auditivo de los niños con dificultades lectoras, con lo cual implicamos ambos hemisferios coordinando el movimiento corporal durante la tarea. Cada actividad implica diferentes partes del cuerpo, y se realizan en silencio o cantando. Combinando estas modalidades, obtenemos 18 actividades diferentes, a realizar con cada canción, de acuerdo con la tabla 1.

A su vez., cada actividad permite un elevado número de variantes, dado que los ejercicios homo y contralaterales pueden sustituirse por otros similares.

Inicialmente el maestro/a sólo utilizará las actividades 1 a 9. Las actividades posteriores (10 a 18) sólo se realizarán en el segundo trimestre, dando tiempo a que los patrones homolaterales aparezcan correctamente establecidos. Detallamos a continuación el protocolo a seguir en la realización de las actividades.

ACTIVIDAD	RITMO	PATRON	MODALIDAD	DESCRIPCIÓN
1	SIMPLE	NO	SILENCIO	Escuchamos y seguimos el ritmo con las manos
2	SIMPLE	HOMOLATERAL	SILENCIO	Escuchamos y seguimos el ritmo palmeando la rodilla con la mano del mismo lado
3	SIMPLE	HOMOLATERAL	CANTANDO	Cantamos mientras seguimos el ritmo palmeando la rodilla del mismo lado
4	TERCIARIO	NO	SILENCIO	Escuchamos y seguimos el ritmo con las manos
5	TERCIARIO	HOMOLATERAL	SILENCIO	Escuchamos y seguimos el ritmo palmeando la rodilla con la mano del mismo lado
6	TERCIARIO	HOMOLATERAL	CANTANDO	Cantamos mientras seguimos el ritmo palmeando la rodilla del mismo lado
7	CUATERNARIO	NO	SILENCIO	Escuchamos y seguimos el ritmo con las manos
8	CUATERNARIO	HOMOLATERAL	SILENCIO	Escuchamos y seguimos el ritmo palmeando la rodilla con la mano del mismo lado
9	CUATERNARIO	HOMOLATERAL	CANTANDO	Cantamos mientras seguimos el ritmo palmeando la rodilla del mismo lado
10	SIMPLE	NO	SILENCIO	Escuchamos y seguimos el ritmo con las manos
11	SIMPLE	CONTRALATERAL	SILENCIO	Escuchamos y seguimos el ritmo palmeando la rodilla con la mano contraria
12	SIMPLE	CONTRALATERAL	CANTANDO	Cantamos mientras seguimos el ritmo palmeando la rodilla contraria
13	TERCIARIO	NO	SILENCIO	Escuchamos y seguimos el ritmo con las manos
14	TERCIARIO	CONTRALATERAL	SILENCIO	Escuchamos y seguimos el ritmo palmeando la rodilla con la mano contraria
15	TERCIARIO	CONTRALATERAL	CANTANDO	Cantamos mientras seguimos el ritmo palmeando la rodilla contraria
16	CUATERNARIO	NO	SILENCIO	Escuchamos y seguimos el ritmo con las manos
17	CUATERNARIO	CONTRALATERAL	SILENCIO	Escuchamos y seguimos el ritmo palmeando la rodilla con la mano contraria
18	CUATERNARIO	CONTRALATERAL	CANTANDO	Cantamos mientras seguimos el ritmo palmeando la rodilla contraria

Tabla 1: Actividades



## **4.4. Actividades**

### **4.4.1. Protocolo general para la realización de las actividades:**

- Los niños deben estar de pie y guardar unos segundos de silencio antes de iniciar la actividad.
- A continuación pedimos que hagan tres respiraciones profundas
- Si la modalidad es en silencio, se instruye que van a escuchar una canción, siguiendo el ritmo en la forma determinada en cada actividad. Si la modalidad es cantando, se les pedirá que canten. No se les pedirá que canten hasta haber escuchado la canción en silencio al menos tres veces con anterioridad.
- Se pone en marcha el reproductor de música. La maestra/o comienza a realizar los movimientos señalados en la actividad, al ritmo de la música y pide a los alumnos que la imiten.
- Los alumnos con dificultades lectoras se sitúan cerca del docente. Éste pondrá especial atención a estos alumnos, y les ayudará a seguir el ritmo, por ejemplo, cogiéndoles de la mano y llevando el ritmo conjuntamente.
- Al finalizar la canción, se aconseja llevar a cabo algún acto de celebración: un aplauso, cogerse todos de las manos, y levantarlas gritando “bien”, o un acto similar, que fomente la cohesión de grupo y deje una impronta de alegría respecto al ejercicio llevado a cabo.
- Se concluye realizando tres respiraciones profundas, como al inicio.

### **4.4.2. Tipos de ritmo a utilizar:**

Se propone la utilización de estructuras simples, terciarias y cuaternarias.

- Estructura simple: golpe-silencio-golpe-silencio...: palma, silencio, palma, silencio:
- Estructura terciaria: golpe-golpe-silencio; golpe-golpe-silencio... Dos palmas, silencio, dos palmas, silencio, etc.
- Estructura cuaternaria: golpe-golpe-golpe-silencio; golpe-golpe-golpe-silencio.

#### **4.4.3. Patrones a utilizar:**

- Sin patrón: simplemente seguimos el ritmo palmeando con las manos.
- Homolateral: movemos mano y rodilla del mismo lado.
- Contralateral: movemos mano y rodilla del lado contrario.

Se permite variaciones en el tipo de movimiento, siempre que se siga el esquema anterior. Por ejemplo, en lugar de tocar la rodilla con la mano, se puede tocar talón con la mano, o en niños mayores, complicar algo más la secuencia, por ejemplo, tocando mano-rodilla-talón. Muchos bailes populares incorporan patrones homo y contralaterales.

#### **4.4.4. Canciones**

Se escogerán canciones populares tradicionales del lugar geográfico donde se sitúe la escuela, acordes con la edad de cada grupo. Cada docente deberá escoger ocho canciones y cada una de ellas se trabajará durante dos semanas, una en patrones homolaterales y otra en patrones contralaterales

#### **4.4.5. Orden de ejecución**

Para cada canción, se realizarán las actividades del 1 al 9 consecutivamente, pero cada actividad se repetirá dos veces. Por tanto, cada canción se compone de 18 actividades consecutivas, cuatro cada día, menos el viernes que se llevan a cabo dos. A criterio del docente, una actividad puede ser repetida alguna vez más, pero recomendamos que eso sólo ocurra esporádicamente. Dado que se realizarán cuatro actividades diarias, cada canción se trabajará durante una semana.

El calendario de actividades a realizar queda distribuída del siguiente modo:

SEMANA	FECHA APROXIMADA	CANCION	ACTIVIDADES
1	OCTUBRE	1	1 a 9
2	OCTUBRE	2	1 a 9
3	NOVIEMBRE	3	1 a 9
4	NOVIEMBRE	4	1 a 9
5	NOVIEMBRE	5	1 a 9
6	NOVIEMBRE	6	1 a 9
7	DICIEMBRE	7	1 a 9
8	DICIEMBRE	8	1 a 9
1	ENERO	1	10 a 18
2	ENERO	2	10 a 18
3	ENERO	3	10 a 18
4	FEBRERO	4	10 a 18
5	FEBRERO	5	10 a 18
6	FEBRERO	6	10 a 18
7	FEBRERO	7	10 a 18
8	MARZO	8	10 a 18

**Tabla 2: Calendario de las actividades**

#### **4.4.6 Registro de la actividad**

El maestro/a dispondrá de una ficha para cada actividad, en la que se recogen los diferentes elementos utilizados. Cada día se utilizarán cuatro fichas, menos el viernes que sólo se realizarán dos actividades.

Ejemplo:

Actividad	15
Fecha y hora	Lunes 13/10/14 9h.
Canción	El señor don gato
Ritmo	terciario
Patrón	contralateral
Modalidad	cantando
Descripción	Cantamos mientras seguimos el ritmo palmeando la rodilla contraria
Instrucciones	De pie. Silencio. Tres respiraciones. Comenzar. Finalizar con celebración y tres respiraciones en silencio.
Observaciones	

**Tabla 3: Ficha de actividad**

Estas fichas se entregarán a los profesores al inicio del programa de intervención. Las observaciones recogidas servirán para realizar las valoraciones quincenales con los maestros.

#### **4.5. Evaluación**

Para comprobar el progreso de los niños con dificultades lectoras, se propone la utilización de las mismas pruebas diagnósticas utilizadas en esta investigación, a excepción de la de escucha dicótica, ya que es la de más difícil administración y la audiometría, ya que requiere la visita a un especialista. Administraremos por tanto 3 pruebas:

- prueba de velocidad lectora
- prueba ISI
- prueba TS

Los datos obtenidos al inicio se compararán con los del primer trimestre, y al finalizar las actividades al cabo de 6 meses. La evaluación se llevará a cabo tanto en las aulas que hayan desarrollado las actividades, como en las aulas que no las realizan y que nos servirán de grupo control. De este modo se podrá valorar estadísticamente los progresos, comparando los resultados obtenidos por los niños con dificultades lectoras en ambos grupos de aulas. Los datos se recogerán en el siguiente formato de tabla registro:

Sujeto	Edad	Fecha	Velocidad lectora	Tiempo ISI	Prueba TS	Observaciones
Nombre	Años	fecha	ppm	mseg.	Correcto/Incorrecto	

Tabla 4: Hoja registro de datos

## 4.6. Cronograma

La secuencia temporal para poner en funcionamiento el programa de intervención es la siguiente:

1. Presentación al claustro de profesores
2. Presentación a los padres
3. Formación a los maestros
4. Evaluación de los niños con dificultades lectoras
5. Trabajo práctico con los maestros
6. Puesta en marcha supervisada
7. Valoraciones quincenales con los maestros

8. Trimestralmente nueva evaluación supervisada
9. Semestre: evaluación final. Valoración de resultados.

Para lo cual se propone el siguiente calendario:

Presentación al claustro de profesores	Última semana de septiembre
Presentación a los padres	Última semana de septiembre
Formación a los maestros	Primera semana de octubre
Evaluación de los niños con dificultades lectoras	Primera semana de octubre
Trabajo práctico con los maestros	Segunda semana de octubre
Puesta en marcha supervisada	Tercera semana de octubre
Valoraciones quincenales con los maestros	Día 1 y 15 de cada mes
Primera evaluación (administración de test)	15 de diciembre
Evaluación final (postest) y valoración	15 de marzo

**Tabla 5: Calendario del programa de intervención**

## **5. Discusión y Conclusiones**

### **5.1. Conclusiones**

Se han abordado las causas de la dislexia desde diferentes teorías, que incluyen perspectivas audiológicas y neuropsicológicas. Se ha argumentado extensamente sobre las características de la percepción temporal, visual y auditiva, del niño disléxico, y en los últimos años se han multiplicado los estudios sobre si las dificultades en el procesamiento auditivo, frecuentes en la dislexia, responden a un déficit específico en el procesamiento del lenguaje o bien a un trastorno general en la velocidad de procesamiento de cualquier estímulo acústico.

En la investigación llevada a cabo en este Trabajo Fin de Máster, se ha considerado este último planteamiento, administrado pruebas de bajo o nulo contenido lingüístico, a niños con y sin dificultades lectoras, para observar si se producían diferencias significativas en cuanto a las puntuaciones obtenidas por ambos grupos.

Los resultados obtenidos indican que el grupo con dificultades lectoras, obtuvo un desempeño menor en todas las pruebas administradas. Los niños con menor velocidad lectora, fueron también los que necesitaron más tiempo para identificar dos estímulos acústicos (Prueba ISI) y los que cometieron más errores en la prueba de escucha dicótica. Asimismo, fueron los que tuvieron mayores dificultades para realizar el test de cribado TS. Sólo pasaron la prueba correctamente tres sujetos del grupo con D.L., mientras que en el grupo sin D.L. la aprobaron 7 de los 8 sujetos. No se apreció una lateralidad auditiva específica para cada grupo, en función de las pruebas de escucha dicótica, ni tampoco un perfil audiométrico determinado.

Estos datos apuntan en la dirección expresada por otros autores, que consideran las dificultades de procesamiento auditivo, y en particular la velocidad de procesamiento, como una de las posibles alteraciones en la dislexia. Independientemente de que exista o no un trastorno asociado específico para el lenguaje, parece que subyace una dificultad inherente al procesamiento acústico realizado con rapidez.

La prueba TS presentada en esta investigación, parece discriminar bien entre niños con y sin dificultades lectoras, al igual que sucede con las otras pruebas de velocidad

de procesamiento auditivo utilizadas. Por su fácil administración, puede constituir un buen test de cribado, que permita identificar aquellos niños que precisan una evaluación auditiva más precisa. Por otro lado, la prueba puede ser utilizada con niños pequeños, lo cual supone una característica interesante, ya que la mayoría de pruebas para evaluar el procesamiento auditivo central están diseñadas para niños mayores de 7 años.

No solamente el lenguaje exige una discriminación rápida de sonidos. La música comparte también esa necesidad. Diferentes estudios han puesto de relieve que música y lenguaje utilizan redes comunes. Resulta agradable y atractivo para los niños cantar y bailar, lo que supone un ejercicio constante de discriminación frecuencial y temporal. Los investigadores de la plasticidad cerebral han mostrado como la música provoca cambios rápidos y perdurables en las estructuras cerebrales. Basándose por tanto en los resultados obtenidos y en estos planteamientos, se ha diseñado un programa de intervención basado en la educación musical con fin de ayudar a los niños con dificultades lectoras.

La evaluación del mismo en muestras amplias de alumnos, permitirá comprobar su efectividad terapéutica.

## **5.2. Limitaciones**

A pesar de que los resultados obtenidos parecen indicar que existen ciertas dificultades de procesamiento auditivo en los niños con dificultades lectoras, este estudio se ha realizado sobre una muestra accidental, de reducido tamaño, que podría no ser representativa de la población general, por lo que hay que ser cautelosos a la hora de extraer conclusiones de los mismos.

Por otra parte, los instrumentos de medida empleados podrían presentar ciertas limitaciones en cuanto a su validez y fiabilidad. Parece que, ciertamente, los instrumentos utilizados están relacionados con las variables teóricas analizadas, pero no está claro que constituyan unos buenos instrumentos de medida. Así por ejemplo, la prueba ISI requiere una cierta velocidad de análisis auditivo, pero en dicha prueba sólo se presentan dos tonos puros a diferentes intervalos. El universo acústico en el que estamos inmersos es bastante más complejo. No está claro que con otro tipo de estímulos como sonidos complejos, o lingüísticos, el sistema auditivo se comportase de idéntica forma. La misma



prueba de escucha dicótica, universalmente aceptada como test de lateralidad auditiva, muestra un porcentaje de error nada despreciable, cuando se ha verificado mediante imágenes de resonancia magnética. Señalemos también que la prueba de velocidad lectora, es un buen indicador del nivel de lectura, pero leer bien no sólo es leer veloz. Existen otros elementos que conforman una buena lectura, entre ellos principalmente el nivel de comprensión de lo leído, variable que no se ha tenido en cuenta en este estudio.

Hemos de considerar también que los instrumentos de medida utilizados no sólo miden las variables mencionadas, sino que están altamente contaminados por otros procesos cognitivos. El nivel de ejecución en la prueba TS que hemos presentado, no sólo depende de la madurez del sistema auditivo, sino también en gran medida de los procesos de atención y memoria.

Por otra parte, la ausencia de datos estadísticos de referencia, baremados por edades, no nos permite establecer garantías en cuanto a las calificaciones cuantitativas y cualitativas llevadas a cabo.

### **5.3. *Prospectiva***

Sería interesante poder llevar a cabo la propuesta de intervención presentada en este trabajo fin de máster, tanto en los alumnos que han participado en el estudio como en muestras amplias de diferentes escuelas, a fin de determinar su validez como técnica para mejorar el procesamiento temporal auditivo y la lectura.

Del mismo modo, creemos que la prueba TS puede llegar a ser de gran ayuda para en el diagnóstico de trastornos del procesamiento auditivo que subyacen en muchos casos de dislexia o trastornos del lenguaje. Se deberían llevar a cabo estudios con muestras más amplias, representativas de cada edad, correlacionando los resultados obtenidos en esta prueba con otras pruebas auditivas de validez contrastada, especialmente aquellas vinculadas con la velocidad de procesamiento del sistema auditivo. De confirmarse la validez de esta prueba como test de cribado, y dada su sencilla y rápida administración, constituiría una herramienta de gran ayuda para orientar al maestro sobre la posible causa de las dificultades lectoras de algunos alumnos.

## 6. Referencias bibliográficas y Bibliografía

### 6.1. Referencias Bibliográficas

- Allen, P. y Allan, C. (2001). Auditory Processing Disorders: Putting the “Neural” Back into Sensorineural Hearing Loss. In R. Seewald y J. Gravel, *A Sound Foundation Through Early Amplification* (pp. 221-233). Stafa: Seewald RC y Gravel JS. Recuperado de [https://www.phonakpro.com/content/dam/phonak/b2b/Pediatrics/webcasts/pediatric/com\\_32\\_p61899\\_pho\\_kapitel\\_19.pdf](https://www.phonakpro.com/content/dam/phonak/b2b/Pediatrics/webcasts/pediatric/com_32_p61899_pho_kapitel_19.pdf)
- American Speech and Hearing Association [ASHA]. (2005). *Central auditory processing disorders*. New York. Recuperado de <http://www.asha.org/policy/TR2005-00043/>
- Artigas-Pallarés, J. (2002). Problemas asociados a la dislexia. *Revista de Neurología*(34 (Supl I)), 7-13. Recuperado de <http://ardilladigital.com/documentos/educacion%20especial/logopedia/trastornos%20lenguaje/dislexias/problemas%20asociados%20a%20la%20dislexia%20-%20artigas%20-%20art.pdf>
- Aubert-Khalfa, S., Granier, J., Reynaud, E., El Khoury, E., Grosse, E., Samuelian, J. y Blin, O. (2010). Pure-tone auditory thresholds are decreased in depressed people with post-traumatic stress disorder. *Journal of Affective Disorders*, 1-8. Recuperado de [http://www.jad-journal.com/article/S0165-0327\(10\)00396-4/abstract](http://www.jad-journal.com/article/S0165-0327(10)00396-4/abstract)
- Banain, K., Abrams, D., & Kraus, N. (2007). Sensory-based learning disability: Insights from brainstem processing of speech sounds. *International Journal of Audiology*, 46, 524-532. Recuperado de [http://www.soc.northwestern.edu/brainvolts/documents/Banai\\_et\\_al\\_Int\\_J\\_Audiol\\_2007.pdf](http://www.soc.northwestern.edu/brainvolts/documents/Banai_et_al_Int_J_Audiol_2007.pdf)
- Bar-Haim, Y. (2002). Introversion and individual differences in middle ear acoustic reflex function. *International Journal of Psychophysiology*, 1-11. Recuperado de <http://people.socsci.tau.ac.il/mu/anxietytrauma/files/2013/08/Bar-Haim-2002-International-Journal-of-Psychophysiology.pdf>
- Bell, A. (2002). Musical ratios in geometrical spacing of outer hair cells in the cochlea: strings of an underwater piano? *Proceedings of the 7th International Conference on Music Perception and Cognition*. Sydney. Recuperado de <http://hdl.handle.net/1885/39976>
- Bellis, T. (2002). *When the brain can't hear*. New York: Atria Books.
- Blank, T. y Adamek, K. (2010). *Singen in der Kindheit*. Munster: Waxman Verlag GMBH. Recuperado de [http://www.karladamek.de/files/pdf/Singen\\_in\\_der\\_Kindheit/Singen-in-der-Kindheit\\_-\\_Auszuege.pdf](http://www.karladamek.de/files/pdf/Singen_in_der_Kindheit/Singen-in-der-Kindheit_-_Auszuege.pdf)
- Borg, E. y Zakrisson, J. (1975). The Activity of the Stapedius Muscle in Man During Vocalization. *Acta Oto-laryngologica*, 325-333. Recuperado de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1155042>

- Boyce, W., Essex, M., Alkon, A., Smider, N., Pickrell, T. y Kagan, J. (2002). Temperament, Tympanum, and Temperature: Provisional Studies of the Biobehavioral Correlates of Tympanic Membrane Temperature Asymmetries. *Child Development*, 718-733. Recuperado de <http://www.jstor.org/discover/10.2307/3696246?uid=2yuid=4ysid=21104389128287>
- Cermak, S., y Henderson, A. (1989). The Efficacy of Sensory Integration Procedures. *Sensory Integration Quarterly*, 1-23.
- Cohen-Mimron, R. (2006). Temporal processing deficits in hebrew speaking children with reading disabilities. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 127-137. Recuperado de <http://connection.ebscohost.com/c/articles/20056231/temporal-processing-deficits-hebrew-speaking-children-reading-disabilities>
- Davis, D. (2004). *Sound Bodies through sound therapy*. Landing, NJ: Kalko Publishing.
- De Quiros, J. y Schragar, O. (1987). *Lenguaje, aprendizaje y psicomotricidad*. Buenos Aires: Panamericana.
- Delano, P., Robles, I. y Robles, L. (2005). Sistema eferente auditivo. *Rev. Otorrinolaringol. Cir. Cabeza Cuello*, 55-62. Recuperado de [http://www.sochiorl.cl/uploads/08\(18\).pdf](http://www.sochiorl.cl/uploads/08(18).pdf)
- Emami, S., Pourbakht, A., Sheykholeslami, K., Kamali, M., Behnoud, F. y Daneshi, A. (2012). Seyede Faranak Emami,1 AkramPourbakht,1 Kianoush Sheykholeslami,2. *ISRN Otolaryngology*, 1-7. Recuperado de <http://www.researchgate.net/.../79e41504ebef612a27.pdf>
- Farmer, M. y Klein, R. (1995). The evidence for a temporal processing deficit linked to dyslexia: A review. *Psychonomic Bulletin y Review*, 480-493. Recuperado de <http://link.springer.com/article/10.3758%2F03210983#page-1>
- Fawcett, A. y Nicolson, R. (2003). El cerebelo: su implicación en la dislexia. *Revista Electrónica de Investigación Psicoeducativa y Psicopedagógica*, 35-58. Recuperado de <http://www.investigacion-psicopedagogica.org/revista/new/ContadorArticulo.php?45>
- Femia, P., Gonzalez del Pino, B. y Pérez-Fernández, N. (2011). Exploración vestibular de niños con alteraciones del equilibrio (I):. *Acta Otorrinolaringológica Española*, 311-317. Recuperado de <http://zl.elsevier.es/es/revista/acta-otorrinolaringologica-espanola-102/exploracion-vestibular-ninos-alteraciones-equilibrio-i-metodos-90021206-revision-2011?bd=1>
- Ferre, J. y Aribau, E. (2006). *El desarrollo neurofuncional del niño y sus trastornos*. Barcelona: Lebon.
- Fitch, R., Miller, S. y Tallal, P. (1997). Neurobiology of speech perception. *Annu. Rev. Neuroscience*, 331-353. Recuperado de [http://www.academia.edu/download/30926505/Fitch\\_1997.pdf](http://www.academia.edu/download/30926505/Fitch_1997.pdf)ysa=Xyscisig=AAGBfm3xZbbwpBLpiaVUQA0oAPFejMwRPGyoi=scholarrye i=eVHTU7fUBaWd0QX66oCoBQyved=0CCEQgAMoADAA

- Forgeard, M., Schlaug, G., Norton, A., Rosam, C. y Iyengar, U. (2007). The relation between music and phonological processing in normal reading children and children with dyslexia. *Music and Phonological Processing*, 383-390. Recuperado de [http://www.musicianbrain.com/papers/Forgeard\\_Music\\_PhonologicalProcessing\\_Dyslexics.pdf](http://www.musicianbrain.com/papers/Forgeard_Music_PhonologicalProcessing_Dyslexics.pdf)
- Forgeard, M., Schlaug, G., Norton, A., Rosam, C. y Iyengar, U. (2008). The relation between music and phonological processing in normal-reading children and children with dyslexia. *Music Perception*, 383-390. Recuperado de <http://www.jstor.org/discover/10.1525/mp.2008.25.4.383?uid=2yuid=4ysid=21104393380807>
- Frank, J. y Levinson, H. (1973). Dysmetric dyslexia and dyspraxia. *The Journal of the American Academy of Child Psychiatry*, 12(4). Recuperado de [http://www.trivox.com/clients/levinson/new/documents/papers/ddd\\_study.pdf](http://www.trivox.com/clients/levinson/new/documents/papers/ddd_study.pdf)
- Gadea-Domenech, M. y Espert-Tortajada, R. (2004). Aplicaciones de la escucha dicótica verbal a la clínica neurológica y neuropsiquiátrica. *Revista de Neurología*, 74-80. Recuperado de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=995141>
- Gayan, J. (2001). La evolución del estudio de la dislexia. *Anuario de Psicología*, 3-30. Recuperado de <http://ibgwww.colorado.edu/~gayan/anupsi4.pdf>
- Graven, S. y Browne, V. (2008). Auditory Development in the Fetus and Infant. *Newborn y Infant Nursing Reviews*, 8(4). Recuperado de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1527336908001347>
- Hill, P., Hogben, J. y Bishop, D. (2005). Auditory Frequency Discrimination in Children With Specific Language Impairment: A Longitudinal Study. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 1136-1146. Recuperado de <http://www.iapsych.com/iqclock2/LinkedDocuments/hill2005.pdf>
- Kisilevsky, B., Hains, S., Lee, K., Xie, X., Huang, H., Ye, H., . . . Wang, Z. (2003). EFFECTS OF EXPERIENCE ON FETAL VOICE RECOGNITION. *PSYCHOLOGICAL SCIENCE*, 220-224. Recuperado de [http://kangleelab.com/articles/Paper0001\\_0001\\_0028.pdf](http://kangleelab.com/articles/Paper0001_0001_0028.pdf)
- Lecanuet, J. y Schaal, B. (2002). Sensory performances in the human foetus: a brief summary of research. *Intellectica*, 29-56. Recuperado de [http://www.intellectica.org/SiteArchives/archives/n34/34\\_2\\_Lecanuet.pdf](http://www.intellectica.org/SiteArchives/archives/n34/34_2_Lecanuet.pdf)
- Levinson, H. (1988). The cerebellar basis of learning disabilities in children adolescents and adults hypothesis and study. *Perceptual and Motor Skills*, 983-1006. Recuperado de [http://www.trivox.com/clients/levinson/new/documents/papers/cv\\_basis\\_Id.pdf](http://www.trivox.com/clients/levinson/new/documents/papers/cv_basis_Id.pdf)
- Lithgow, B. y Moussavi, Z. (2013). The diagnosis of neurological conditions using electrovestibulography (EVestG). *European Psychiatry*, 1. Recuperado de <http://www.em-consulte.com/es/article/821308/figures/2201-%E2%80%93the-diagnosis-of-neurological-conditions-us>

- López-Escribano, C. (2007). Contribuciones de la neurociencia al diagnóstico y tratamiento educativo de la dislexia del desarrollo. *Revista de Neurología*, 173-180. Recuperado de [www.researchgate.net/...dyslexia/.../e0b4951c6aff6a6096.pdf](http://www.researchgate.net/...dyslexia/.../e0b4951c6aff6a6096.pdf)
- Montilla, M. (1997). Medición del ritmo mediante la sincronía: Propuesta de una batería de test. *Educación física y deportes*, 61-74. Recuperado de <http://redined.mecd.gob.es/xmlui/bitstream/handle/11162/45041/01520123000509.pdf?sequence=1>
- Moreno, S., Bialystok, E., Barac, R., Schellenberg, E., Cepeda, N. y Chau, T. (2011). Short-Term Music Training Enhances Verbal Intelligence and Executive Function. *Psychological Science*, 1425-1433. Recuperado de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3449320/>
- Murphy, C. y Schochat, E. (2009). How auditory temporal processing deficits relate to dyslexia. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 647-654. Recuperado de [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-879X2009000700009yscript=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-879X2009000700009yscript=sci_arttext)
- Murphy, C. y Schochat, E. (2011). Effects of different types of auditory temporal training on language skills: a systematic review. *Clinics*, 1364-1370. Recuperado de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3798554/>
- Nickisch, A. y Massinger, C. (2009). Auditory Processing in Children with Specific Language Impairments: Are there Deficits in Frequency Discrimination, Temporal Auditory Processing or General Auditory Processing? *Folia Phoniatr Logop*, 323-328. Recuperado de <http://www.karger.com/Article/Pdf/252848>
- Noonan, K., Bavin, E., Ong, B. y Grayden, D. (2007). The relationship between frequency discrimination skills and language development in 5-7 year olds. Recuperado de [https://www.reading.ac.uk/web/FILES/cis/CLS\\_Noonan,Bavin,Ong,Grayden.pdf](https://www.reading.ac.uk/web/FILES/cis/CLS_Noonan,Bavin,Ong,Grayden.pdf)
- Richards, T., Corina, D., Serafini, S., Steury, K., Echelard, D., Dager, S., . . . Berninger, V. (2000). Effects of a phonological driven treatment for dyslexia on lactate levels measured by proton MR spectroscopic Imaging. *AJNR Am J. Neuroradiology*, 916-922. Recuperado de <http://www.ajnr.org/content/21/5/916.long>
- Rocha-Muniz, C., Befi-Lopes, D. y Schochat, E. (2012). Investigation of auditory processing disorder and language impairment using the speech-evoked auditory brainstem response. *Hearing Research*, 143-152. Recuperado de [http://www.researchgate.net/publication/230847921\\_Investigation\\_of\\_auditory\\_processing\\_disorder\\_and\\_language\\_impairment\\_using\\_the\\_speech-evoked\\_auditory\\_brainstem\\_response/file/3deec51e3dd705d121.pdf](http://www.researchgate.net/publication/230847921_Investigation_of_auditory_processing_disorder_and_language_impairment_using_the_speech-evoked_auditory_brainstem_response/file/3deec51e3dd705d121.pdf)
- Romero-Díaz, A., Peñaloza-López, Y., Garcia-Pedroza, F., Pérez, S. y Castro, W. (2011). Evaluación de procesos centrales de la audición con pruebas psicoacústicas en niños normales. *Acta Otorrinolaringológica Española*, 418-424. Recuperado de <http://zl.elsevier.es/es/revista/acta-otorrinolaringologica-espanola-102/evaluacion-procesos-centrales-audicion-pruebas-psicoacusticas-ninos-90036847-articulos-originales-2011>

- Roy, S., Nag, T., Upadihyay, A., Mathur, R. y Jain, S. (2014). Prenatal music stimulation facilitates the postnatal functional development of the auditory as well as visual system in chicks (*Gallus domesticus*). *Journal of Bioscience*, 107-117. Recuperado de <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs12038-013-9401-0#page-1>
- Santos, A., Joly-Pottuz, B., Moreno, S., Habib, M. y Besson, M. (2006). Behavioural and event-related potentials evidence for pitch discrimination deficits in dyslexic children: Improvement after intensive phonic intervention. *Neuropsychologia*, 1-10. Recuperado de [http://www.resodys.org/IMG/pdf/main\\_1\\_.pdf](http://www.resodys.org/IMG/pdf/main_1_.pdf)
- Schellenberg, E. (2006). Long Term Positive associations between music lessons and IQ. *Journal of Educational Psychology*, 457-468. Recuperado de <http://content2.learntoday.info/shu/PS520/media/Music%20and%20IQ.pdf>
- Schlaug, G., Norton, A. y Overy, K. (2005). Effects of music training on the child's brain and cognitive development. *Annals New York Academy of Science*, 219-230. Recuperado de [http://musicianbrain.gottfriedschlaug.org/papers/Schlaug\\_Music\\_Child\\_Brain\\_NYAS2005.pdf](http://musicianbrain.gottfriedschlaug.org/papers/Schlaug_Music_Child_Brain_NYAS2005.pdf)
- Schulte-Körne, G., Delmel, W., Bartling, J. y Remschmidt, H. (1998). Auditory processing and dyslexia: evidence for a specific speech processing deficit. *Neuroreport*, 337-340. Recuperado de <http://www.kjp.med.uni-muenchen.de/download/NR090229.PDF>
- Share, D., Jorm, A., McLean, R. y Russell, M. (2002). Temporal processing and reading disability. *Reading and Writing: An Interdisciplinary Journal*, 151-178. Recuperado de [http://edu.haifa.ac.il/personal/dshare/Temporal\\_processing.pdf](http://edu.haifa.ac.il/personal/dshare/Temporal_processing.pdf)
- Shera, C. y Olson, E. (2011). Basic Concepts in the mechanics of hearing. *What fire is in mine ears: Progress in auditory biomechanics, Proceedings of the 11th International Mechanics of Hearing Workshop*, (pp. 7-14). Williamstown. Recuperado de <http://www.mechanicsofhearing.org/moh2011/pdfs/WhatFireIsInMineEars-MoH2011Proceedings.pdf>
- Siegel, J. (1979). Behavioral functions of the reticular formation. *Brain Research Reviews*, 69-105. Recuperado de [http://www.sciencedirect.com/science?\\_ob=PdfExcerptURLy\\_imagekey=1-s2.0-0165017379900171-main.pdfy\\_piikey=0165017379900171y\\_cdi=271081y\\_orig=articley\\_zone=centerpaney\\_fmt=absty\\_eid=1-s2.0-0165017379900171y\\_user=12818114ymd5=0db621da65767af6123594cead31c835yie=/excerpt.pdf](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=PdfExcerptURLy_imagekey=1-s2.0-0165017379900171-main.pdfy_piikey=0165017379900171y_cdi=271081y_orig=articley_zone=centerpaney_fmt=absty_eid=1-s2.0-0165017379900171y_user=12818114ymd5=0db621da65767af6123594cead31c835yie=/excerpt.pdf)
- Skoe, E. y Kraus, N. (2010). Auditory brain stem response to complex sounds: a tutorial. *Ear y Hearing*, 1-23. Recuperado de [http://www.soc.northwestern.edu/brainvolts/documents/skoe\\_kraus\\_eh2010.pdf](http://www.soc.northwestern.edu/brainvolts/documents/skoe_kraus_eh2010.pdf)
- Stanley Jones, D. y Stanley Jones, K. (1962). *La cybernetique des etres vivants*. Paris: Gauthier Villars.

- Strait, D., Hornickel, J. y Kraus, N. (2011). Subcortical processing of speech regularities underlies reading and music aptitude in children. *Behavioral and brain functions*, 1-11. Recuperado de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3233514/>
- Tallal, P. (2004). Improving language and literacy is a matter of time. *Nature Reviews*, 1-9. Recuperado de <http://www.readcube.com/articles/10.1038/nrn1499>
- Tallal, P. y Gaab, N. (2006). Dynamic auditory processing, musical experience and language development. *Trends in Neurosciences*, 382-390. Recuperado de [http://www.brainmusic.org/Educational\\_ActivitiesFolder/Tallal\\_development2006.pdf](http://www.brainmusic.org/Educational_ActivitiesFolder/Tallal_development2006.pdf)
- Tallal, P., Merzenich, M., Miller, S. y Jenkins, W. (1998). Language learning impairments: integrating basic science, technology and remediation. *Experiences in Brain Research*, 210-219. Recuperado de <http://link.springer.com/article/10.1007/s002210050563#page-1>
- Thomas, W., McMurry, G. y Pilsbury, H. (1985). Acoustic reflex abnormalities in behaviorally disturbed and language delayed children. *Laryngoscope*, 811-817. Recuperado de <http://www.scopus.com/record/display.url?eid=2-s2.0-0021803157yorigin=inwardytxGid=E12AE3A0684F92D960634A694353C966.aXczxbyuHHiXgalW6Ho7g%3a2>
- Todd, N., Cody, F. y Banks, J. (2000). A saccular origin of frequency tuning in myogenic vestibular evoked potentials?: implications for human responses to loud sounds. *Hearing Research*, 180-188. Recuperado de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10713506>
- Tomatis, A. (1974). *Vers l'écoutes humaine*. Paris: ESF Editeur.
- Tomatis, A. (1989). *Vertiges*. Paris: Ergo-Press.
- Torterolo, P. y Vanini, G. (2010). Nuevos conceptos sobre la generación y el mantenimiento de la vigilia. *Revista de Neurología*, 747-758. Recuperado de <http://www.revneurol.com/sec/resumen.php?id=2009681>
- Ucles, P., Alonso, M. y Lapresta, C. (2012). The Importance of Right OtitisMedia in Childhood Language Disorders. *International Journal of Otolaryngology*, 2012. Recuperado de <http://www.hindawi.com/journals/ijoto/2012/818927/>
- VeUILlet, E., Georgieff, N., Dalery, J., Cardine, M. y Colet, L. (2001). Abnormal peripheral auditory asymmetry in shizophrenia. *Journal of Neurology, Neurosurgery y Psychiatry*, 88-94. Recuperado de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1763487/pdf/v070p00088.pdf>
- Welch, D. y Dawes, P. (2007). Variation in the Normal Hearing Threshold Predicts Childhood IQ, Linguistic, and Behavioral Outcomes. *PEDIATRIC RESEARCH*, 737-744. Recuperado de <http://www.nature.com/pr/journal/v61/n6/pdf/pr2007157a.pdf>
- Zencker, F., Mora, R., Marro, S., De Lucas, G., Fernández, R. y Barajas, J. (2007). The effect of age over the dichotic digit test. *8 th EFAS Congress*. Heidelberg. Recuperado de <http://www.auditio.com/docs/pdf/efas07-dd.pdf>

Zenker, F., Suarez, M., Marro, S. y Barajas, J. (2007). La evaluación del procesamiento auditivo central: el test de dígitos dicóticos. *Revista de Logopedia, Foniatría y Audiología*, 74-85. Recuperado de [http://apps.elsevier.es/watermark/ctl\\_servlet?\\_f=10ypident\\_articulo=13153292ypident\\_usuario=0ypcontactid=ypident\\_revista=309yty=143yaccion=Lyorigen=zonadelecturayweb=zl.elsevier.esylan=esyfichero=309v27n02a13153292pdf001.pdf](http://apps.elsevier.es/watermark/ctl_servlet?_f=10ypident_articulo=13153292ypident_usuario=0ypcontactid=ypident_revista=309yty=143yaccion=Lyorigen=zonadelecturayweb=zl.elsevier.esylan=esyfichero=309v27n02a13153292pdf001.pdf)

## 6.2. Bibliografía

Benedet, M. (2013). *Cuando la dislexia no es dislexia*. Madrid: CEPE.

Ferré, J., Casaprima, V., Catalán, J., & Mombiela, J. (2006). *Técnicas de tratamiento de los trastornos de la lateralidad*. Barcelona: Ediciones Lebón.

Goddard, S. (2005). *Reflejos, aprendizaje y comportamiento*. Montmeló: Vida kinesiología.

Levitin, D. (2008). *Tu cerebro y la música*. Barcelona: RBA Libros.

Martín, M. (2010). *La lectura*. Barcelona: Lebón.

Sacks, O. (2009). *Musicofilia*. Barcelona: Editorial Anagrama.

Styles, E. (2010). *Psicología de la atención*. Madrid: Editorial centro de estudios Ramon Areces.

Tomatis, A. (1990). *L'oreille ete la vie*. Paris: Editions Robert Laffont.



## **ANEXOS**

### ***ANEXO 1: Texto utilizado en el test de velocidad lectora:***

#### **El petit Brau**

A casa dels braus estaven de festa. Havia nascut un nadó. Tenia un nas, dues orelles, dos braços, un cor... Ho tenia tot, però hi havia cues per a veure'l. Ningú no se'l volia perdre. I no perquè fos un príncep, que no ho era, sinó perquè era esquifit de mena. "Que n'és, de petitoi", "Quina llaminadura!", eren les exclamacions dels veïns, plens de curiositat, que omplien la casa. Fins que la mare va dir prou, que el noi no era pas cap joguina i que els deixessin viure en pau.

I anaven passant els anys. I cada any que passava el petit Brau en feia un de més. Però gairebé no ho semblava; tothom diria que, de créixer, se n'havia oblidat.

**ANEXO 2: Items del test ISI.**

Tiempo en mseg.entre ambos estímulos:

ITEM	TIEMPO	Estímulo más agudo
1	600 (ejemplo)	1
2	300	1
3	200	2
4	400	1
5	250	2
6	150	2
7	200	1
8	100	1
9	150	1
10	100	1
11	80	1
12	60	1
13	30	2
14	60	2
15	80	2
16	30	1
17	15	1
18	8	2
19	15	1
20	8	2

La prueba finaliza tras dos fallos consecutivos.

Anotar el tiempo mínimo sin haber cometido errores.

### **ANEXO 3: Prueba de escucha dicótica**

Números presentados a cada oído (todos monosílabos, lengua catalana).

ITEM	DIGITOS	
	OI	OD
1	9 3	5 2
2	6 7	8 1
3	3 6	2 5
4	8 1	9 7
5	5 7	1 9
6	2 3	6 8
7	1 9	3 6
8	7 2	8 5
9	2 5	3 6
10	9 7	8 1
11	1 9	5 7
12	6 8	2 3

Tachar los dígitos no identificados. % se calcula para cada oído:

$$\% = (24 - \text{tachados}) * 100 / 24$$

## **ANEXO 4: Texto narrado por la prueba TS**

*Cuando yo tenía seis años vi en un libro sobre la selva virgen que se titulaba "Historias vividas", una magnífica lámina. Representaba una serpiente boa que se tragaba a una fiera. En el libro se afirmaba: "La serpiente boa se traga su presa entera, sin masticarla. Luego ya no puede moverse y duerme durante los seis meses que dura su digestión".*

*Reflexioné mucho en ese momento sobre las aventuras de la jungla y a mi vez logré trazar con un lápiz de colores mi primer dibujo. Mi dibujo número 1 era de esta manera:*

*Enseñé mi obra de arte a las personas mayores y les pregunté si mi dibujo les daba miedo.*

*—¿por qué habría de asustar un sombrero?— me respondieron.*

*Mi dibujo no representaba un sombrero. Representaba una serpiente boa que digiere un elefante. Dibujé entonces el interior de la serpiente boa a fin de que las personas mayores pudieran comprender. Siempre estas personas tienen necesidad de explicaciones. Mi dibujo número 2 era así:*

## ANEXO 5: Modelo de audiometría

