

30362



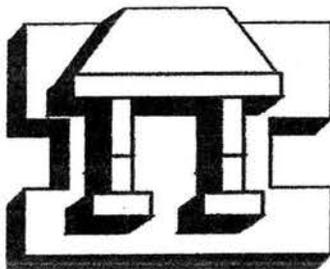
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
IZTACALA

POTENCIALES RELACIONADOS CON EVENTOS (PRE)
DURANTE LA LECTURA: ESTUDIO DE PRE Y SINTAXIS EN
NIÑOS NORMALES Y EN NIÑOS CON TRASTORNOS
DE LECTURA

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRA EN NEUROCIENCIAS
P R E S E N T A :
LIC. EN PSIC. DULCE MARIA BELEN PRIETO CORONA



IZTACALA

DIRECTOR DE TESIS: DR. MARIO ARTURO RODRIGUEZ CAMACHO

MEXICO

2004



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

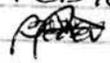
El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

Autorizo a la Direccion General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico o impreso el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: Dulce María Belón Prieto Corona

FECHA: 06 Feb 104

FIRMA: 

*Apoyado por DGAPA IN304399 y parcialmente apoyado por
DGAPA IN307502*

Dedico esta tesis con todo mi cariño a mi familia, especialmente a mi madre por todo su apoyo y amor, a LICHO que la quiero tanto, a tí que te amo tanto y a PAU y DOC (ya sabes quienes son).

Agradezco profundamente a todos los que confiaron en mí para la realización de ésta tesis.

Agradezco al Dr. Mario Rodríguez la confianza que tuvo en mí para realizar esta tesis, su apoyo incondicional, sus palabras de aliento cuando las necesité y sus acertados comentarios.

Agradezco también a mi comité tutorial: Dra. Guillermina Yáñez, Dra. Josefina Ricardo, Dra. Erzsebet Marosi y Dra. Thalía Fernández, por su apoyo y sus valiosos comentarios.

Agradezco a DIOS por todo lo que me ha dado.

Agradezco a mis compañeras de la Maestría: Irma Serrano y Lupita Domínguez por todos los buenos momentos.

Agradezco a todos mis compañeros y amigos de la UICSE: Mario Rodríguez, Jorge Bernal, Guillermina Yáñez, Erzsebet Marosi, Vicente Guerrero, Lourdes Luviano, Guillermo Samaniego, Juan Silva, Pedro Ramírez y Mario Chávez por sus enseñanzas y por todos los gratos momentos.

| | |
|--|-----------|
| RESUMEN | 3 |
| INTRODUCCIÓN | 4 |
| Trastornos de la lectura (TL) | 5 |
| Lectores deficientes (LD) | 6 |
| <i>Deficiencias sintácticas en niños LD</i> | 7 |
| Dislexia | 8 |
| Modelos cognoscitivos de la lectura | 10 |
| Procesamiento de oraciones | 15 |
| Modelo de análisis sintáctico | 17 |
| Potenciales Relacionados con Eventos (PRE) | 19 |
| Generalidades | 19 |
| PRE en el estudio de los Trastornos de Lectura | 21 |
| PRE y Procesamiento sintáctico | 24 |
| <i>P600/Variación Positiva Sintáctica (VPS)</i> | 25 |
| <i>Negatividad Anterior Izquierda (NAI)</i> | 32 |
| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 34 |
| OBJETIVOS | 35 |
| Objetivo general | 35 |
| Objetivos específicos | 35 |
| HIPÓTESIS | 36 |
| METODO | 37 |
| Sujetos | 37 |
| Instrumentos | 38 |
| Escenario | 39 |
| Paradigma para obtener el componente P600 | 39 |
| Procedimiento | 41 |
| Registro de los PRE | 41 |
| Análisis de datos | 42 |
| Conductuales | 42 |
| Tiempos de reacción y porcentaje de respuestas correctas para ambos tipos de oraciones | 43 |
| Electrofisiológicos | 44 |
| <i>Efecto condición</i> | 45 |
| <i>Efecto de grupo</i> | 45 |
| Efecto hemisferio | 46 |
| Análisis de latencia | 46 |

| | |
|---|-----------|
| RESULTADOS | 47 |
| Conductuales | 47 |
| Batería Neuropsicológica | 48 |
| Tiempos de reacción y porcentaje de respuestas correctas a las oraciones empleadas en los registros de PRE | 48 |
| Medidas electrofisiológicas | 49 |
| Descripción de los PRE | 49 |
| P600 | 50 |
| <i>Efecto de condición</i> | 50 |
| Grupo control | 50 |
| Grupo TL | 52 |
| <i>Efecto de grupo</i> | 54 |
| Efecto hemisferio | 57 |
| Análisis de latencia | 58 |
| N400 medida a la última palabra de la oración | 59 |
| <i>Efecto condición</i> | 60 |
| <i>Efecto grupo</i> | 61 |
| Amplitud | 61 |
| Latencia | 62 |
| DISCUSIÓN | 63 |
| CONCLUSIONES | 70 |
| REFERENCIAS | 72 |
| ANEXO | 82 |

RESUMEN

El trastorno de lectura (TL) es uno de los de mayor prevalencia en México, pues se estima su presencia en 4 de cada 5 casos de niños con problemas de aprendizaje. Estos niños forman una población heterogénea en relación con las alteraciones que presentan, como son: deficiencias en la decodificación fonológica, en el procesamiento temporal, problemas de memoria y también, deficiencias en el procesamiento sintáctico. Algunos autores han dividido a los niños con TL en lectores deficientes y disléxicos, de acuerdo a las puntuaciones que obtienen en pruebas estandarizadas de lectura, siendo los primeros los que conforman la población más numerosa. De acuerdo a las puntuaciones esperadas para la edad de los niños, los lectores deficientes son aquellos cuyas puntuaciones en la lectura están entre 1 y 2 desviaciones estándar por debajo de la media, mientras que los disléxicos son los que obtienen puntuaciones que están 2 ó más desviaciones por debajo de la media.

Los potenciales relacionados con eventos (PRE) son cambios de voltaje del electroencefalograma en curso relacionados cronométricamente con eventos sensoriales, motores o cognoscitivos; es una técnica no invasiva que tiene un alto grado de resolución temporal. En conjunto con medidas conductuales, los datos de los PRE se pueden usar para identificar y clasificar operaciones perceptuales, cognitivas y lingüísticas. Los estudios con PRE para evaluar las deficiencias cognoscitivas de niños lectores deficientes son escasos. El objetivo de este estudio fue examinar electrofisiológicamente (con la técnica de los PRE) el procesamiento sintáctico durante la lectura de oraciones en español a través del componente P600, en dos grupos de niños: Lectores normales (N = 15) y con TL (N = 15). Ambos grupos de niños tenían edades entre 8 y 13 años, eran del sexo masculino y asistían a las mismas escuelas públicas del Edo. de México, presentaron un CI ≥ 85 y se clasificaron de acuerdo a las puntuaciones obtenidas en dos baterías de lectura en español.

Los niños leyeron 100 oraciones (la mitad contenían una violación sintáctica de concordancia sujeto-verbo y la otra mitad eran sintácticamente correctas) e hicieron juicios sobre si la oración era sintácticamente correcta o incorrecta. Los PRE se registraron en 19 derivaciones del S. I. 10-20.

Los resultados mostraron que: a) a diferencia del grupo control, los niños del grupo con TL presentaron mayores tiempos de reacción y una ejecución deficiente en tareas relacionadas con la lectura en la Batería Neuropsicológica para niños con Trastornos del Aprendizaje de la Lectura (BNTAL) y en las oraciones presentadas para registrar los PRE, b) en los registros electrofisiológicos, ambos grupos de niños presentaron un componente positivo con inicio aproximado de 550 ms (P600), c) los niños lectores normales presentaron una mayor amplitud del componente P600 de los PRE -relacionado con el reanálisis sintáctico- ante las oraciones con violación sintáctica, d) los niños con TL presentaron una amplitud de P600 similar para los dos tipos de oraciones, mostrando evidencia electrofisiológica de que presentan deficiencias en el procesamiento sintáctico, e) a diferencia de lo reportado para los adultos, los niños presentaron latencias más tardías de la P600 y una topografía fronto-central, lo que podría relacionarse respectivamente con su menor experiencia lectora y con un proceso de maduración.

Los hallazgos permiten concluir que los niños con TL mostraron deficiencias en el procesamiento sintáctico tanto a nivel conductual como electrofisiológico pues tuvieron ejecuciones conductuales deficientes y no presentaron una respuesta electrofisiológica diferenciada para las oraciones sintácticamente correctas y con violación sintáctica.

INTRODUCCIÓN

El estudio de los trastornos de aprendizaje, reviste gran importancia debido a que tienen una gran prevalencia a nivel mundial. El Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales (DSM-IV) (Asociación Psiquiátrica Americana [APA], 1995) menciona que en Estados Unidos se estima que el 5% de los alumnos de escuelas públicas presenta trastornos de aprendizaje. En México, la Dirección General de Educación Especial admite que un 10% de los niños en edad escolar requiere de sus servicios, y que de éstos dos terceras partes presentan trastornos de aprendizaje, con lo que se puede inferir que la prevalencia se encuentra entre un 6 y 7% de la población escolar (Fletcher & Kaufman, 1995).

A pesar de la gran prevalencia de los trastornos de aprendizaje, el problema de la definición es una constante en este campo (Manga & Ramos, 1994).

El National Joint Committee for Learning Disabilities (NJCLD) propone que: "Dificultad del aprendizaje es una denominación genérica que se refiere a un grupo heterogéneo de trastornos que se manifiestan en deficiencias significativas al adquirir y usar las capacidades de escuchar, leer, hablar, escribir, razonar o en la aritmética. Estos trastornos son intrínsecos al individuo, se supone se deben a una disfunción del Sistema Nervioso Central (SNC), y pueden darse a lo largo de la vida. Aún cuando las dificultades del aprendizaje pueden ocurrir de forma concomitante con otras incapacidades (p. e. impedimento sensorial, retraso mental, alteración emocional grave) o con influencias extrínsecas (diferencias culturales, instrucción insuficiente o inapropiada), éstas no son el resultado de aquellas condiciones o influencias" (NJCLD citado en: Manga & Ramos, 1994; Nicasio, 1998).

El DSM-IV incluye dentro de los trastornos de aprendizaje a los trastornos de aprendizaje específicos (de la lectura, del cálculo, de la expresión escrita) y a los trastornos de aprendizaje inespecíficos. "Estos trastornos se caracterizan por un rendimiento académico sustancialmente por debajo de lo esperado dadas la edad cronológica del sujeto, la medición de su inteligencia y una enseñanza apropiada a su edad. Se define como

sustancialmente por debajo una discrepancia de más de dos desviaciones estándar entre rendimiento y coeficiente intelectual". Este trastorno no se atribuye a problemas de salud, trastornos emocionales o déficit sensorial (APA, 1995).

Contrario a las definiciones anteriores, donde se subraya la definición por exclusión, Silver y Hagin (1990) mencionan que los trastornos de aprendizaje son un síntoma en el que convergen factores extrínsecos e intrínsecos. Si bien, dichos factores pueden ser discretos, no hay mutua exclusión. Los factores extrínsecos que actúan sobre el niño, se relacionan con desventajas socioeconómicas, así como la cultura de la pobreza que ofrece una estimulación inadecuada en los primeros años de vida. También se incluyen en estos factores las diferencias de lenguaje entre la casa y la escuela, inadecuada experiencia educativa y problemas emocionales. Los factores intrínsecos son biológicos, se expresan en la disfunción del SNC y se relacionan con el retraso en la maduración cerebral.

De todos los trastornos de aprendizaje, este trabajo se enfocará a los de la lectura (TL), ya que son los de mayor prevalencia (Stanovich, 1988), pues se estima su presencia en 4 de cada 5 casos de personas con trastornos de aprendizaje (APA, 1995).

Para abordar el tema de la tesis, se comenzará por definir a los TL y los tipos de TL que existen, posteriormente se abordarán los modelos cognoscitivos de la lectura (dentro de ellos el procesamiento de oraciones y un modelo de análisis sintáctico) y finalmente se abordará la técnica de los PRE definiendo generalidades, mencionando los estudios con esta técnica en los TL, para terminar con los PRE y el procesamiento sintáctico que es el tema de esta tesis.

Trastornos de la lectura (TL)

El TL se determina por la presencia de un déficit en el reconocimiento de palabras y comprensión de textos escritos (Dockrell & McShane, 1997; Nicasio, 1998). Los niños que presentan TL conforman una población muy heterogénea respecto a las alteraciones que presentan, las cuales pueden ser: problemas en la decodificación de palabras, fallas en la resolución temporal de eventos lingüísticos, patrones anormales de movimientos oculares,

trastornos de memoria a corto y largo plazo, y trastornos en el análisis sintáctico (Silva et al., 1995). Debido a que la población con TL es heterogénea, todavía no hay una definición universalmente aceptada de lo que es un TL.

Rayner y Pollatsek (1989) señalan que “las dificultades en la lectura son un fenómeno estadístico, pues para definir el nivel de lectura de un niño se utiliza una prueba estandarizada de lectura, por lo que los niños con un coeficiente intelectual normal pueden clasificarse de acuerdo a su ejecución en tales pruebas como: lectores deficientes (conocidos en la literatura como poor readers), o disléxicos. Los disléxicos tienen puntajes de dos o más desviaciones estándar por debajo de lo esperado para su edad, y los lectores deficientes se encuentran entre una y dos desviaciones estándar por debajo”.

En los siguientes apartados se hablará con mayor detalle de los lectores deficientes y de los disléxicos.

Lectores deficientes (LD)

Perfetti (1985) y Rayner y Pollatsek (1989) mencionan que de acuerdo a pruebas que exploran las deficiencias cognoscitivas, los lectores deficientes presentan las siguientes características: menos sensibilidad a estructuras ortográficas, tardan más tiempo en denominar palabras, tienen deficiencias en tareas que exploran la conciencia fonológica, dependen más del contexto de una oración para comprender su significado, presentan deficiencias en el uso de estructuras sintácticas, tienen problemas en la memoria de trabajo y su capacidad de memoria es más limitada.

En un estudio de Silva et al. (1995) que comparó las habilidades en la lectura de dos grupos con diferente desempeño académico –buenos lectores y niños con deficiencias en el aprendizaje (lectores deficientes)- usando una batería para los trastornos de lectura con tareas de lectura de palabras, comprensión de lectura, nominación de figuras, análisis sintáctico, categorización fonológica y percepción de rasgos, encontraron que las tareas que mejor discriminaron a los dos grupos fueron las que involucran el análisis sintáctico; esto es, los niños con problemas de lectura tardaban más tiempo en ordenar

oraciones tanto simples como complejas, presentaban mayor cantidad de errores en el ordenamiento de oraciones simples, tardaban más tiempo en completar oraciones y tuvieron un bajo coeficiente de comprensión de lectura.

Deficiencias sintácticas en niños LD

Hay pocos estudios con respecto a las deficiencias sintácticas que presentan los lectores deficientes, en ellos algunos autores apoyan la hipótesis de que el problema sintáctico en los lectores deficientes descansa en un problema de la memoria fonológica (Mann, Liberman & Shankweiler, 1980; Byrne, 1981; Mann, 1998).

Bowey (1986a) investigó la hipótesis de que los lectores con menos habilidad presentan un retraso en su conciencia gramatical (habilidad para corregir oraciones con violaciones sintácticas) con respecto a los buenos lectores, encontró que los niños con problemas de decodificación presentaron deficiencias en la conciencia sintáctica, que se reflejó en su deficiente habilidad para corregir oraciones que contenían una violación sintáctica. Sus hallazgos mostraron que la ejecución en tareas de conciencia sintáctica se correlacionó positivamente con la ejecución en pruebas estandarizadas de comprensión de lectura.

Mitchell (1990) señala que el procesamiento sintáctico es un subcomponente importante en la lectura, debe estar incluido en cualquier explicación no solo teórica, sino también práctica, del procesamiento de la lectura, ya que existen datos que sugieren que las diferencias individuales en las destrezas sintácticas y semánticas contribuyen de forma significativa a la competencia lectora global, y menciona que este efecto es independiente de las diferencias asociadas con las destrezas del reconocimiento de palabras. Finalmente, este autor también reconoce que las dificultades en el nivel sintáctico pueden estar implicadas en ciertas formas del retraso en la lectura.

Estudios neuropsicológicos refieren que los niños que presentan TL tienen problemas en alguna o en todas las siguientes áreas: codificación de símbolos (se relaciona con la decodificación y codificación de letras, patrones ortográficos y palabras totales), procesamiento del lenguaje (se relaciona con la fonología, morfología, semántica y

sintaxis) y procesamiento numérico-espacial (se relaciona con información e integración visuoespacial y conceptos numéricos) (Cuetos, 1998).

Yáñez (2000) en un estudio en el que comparó dos grupos de niños mexicanos (31 en cada grupo) –controles y con TL-, de 7 a 12 años, de escuelas primarias públicas, encontró que los niños con TL presentan problemas en el procesamiento fonológico, en la repetición principalmente de pseudopalabras, en el vocabulario receptivo, en la comprensión, en la lectura, en la gramática, en la escritura, en la aritmética, en la percepción y en la memoria a corto plazo.

Dislexia

Critchley (1970) afirma que “la dislexia puede considerarse como un trastorno de lectura que ocurre tanto en niños como en adultos con inteligencia normal que no presentan daños sensoriales o neurológicos. A menudo, este trastorno se relaciona con una discrepancia entre las puntuaciones en una prueba de inteligencia y una prueba de lectura”.

Se ha propuesto que los niños disléxicos presentan: deficiencias en el procesamiento fonológico (principalmente en el análisis del procesamiento temporal) (Ardila, 1992; Galaburda, 1999; Bernal, Rodríguez & Yáñez, 2000), lectura oral lenta (con omisiones, distorsiones y sustituciones de palabras, pausas y correcciones) (Stanovich, 1988), problemas de comprensión (Haberlandt, 1997; Fletcher, Forman, Shaywitz & Shaywitz, 1999), deficiencias en la atención selectiva, amplitud reducida en la memoria a corto plazo (Fletcher et al., 1999) y en la memoria de trabajo (Bernal, Rodríguez, et al., 2000), también presentan problemas en el procesamiento visual y auditivo, problemas visuoespaciales (Nicasio, 1998), problemas motores, agnosia digital, confusión derecha-izquierda, signos neurológicos blandos (Fletcher et al., 1999), y movimientos defectuosos de los ojos que hacen que los niños tengan problemas para reconocer las letras (Galaburda, 1999).

Fletcher et al. (1999) mencionan que los niños pequeños con dislexia no tienen problemas en la comprensión de estructuras sintácticas y gramaticales, en cambio los niños más

grandes sí, postulando que se pueden deber más a deficiencias en la comprensión que en la decodificación.

Se sabe que el procesamiento sintáctico es importante para la comprensión de la lectura. Si bien existen pocos reportes al respecto, en algunos estudios se ha encontrado que los niños con TL presentan problemas en este procesamiento. No obstante, es importante mencionar que los estudios con niños mexicanos de escuelas públicas que presentan TL, han mostrado que existen deficiencias sintácticas en este grupo de niños (Silva et al., 1995; Yáñez, 2000).

Modelos cognoscitivos de la lectura

Rayner y Pollatsek (1989) afirman que la lectura es la habilidad para extraer información visual de la página y comprender el significado de un texto. Es una forma compleja de aprendizaje simbólico en la que cambios relativamente superficiales en una palabra pueden alterar por completo su pronunciación y significado.

La lectura implica lenguaje oral, atención, capacidad motora, codificación fonológica, codificación semántica, codificación sintáctica/gramatical, memoria, organización del texto e imágenes mentales (Valett, 1989; Garzia, 1996; Bernstein, Berko & Narasimhan, 1999).

El objeto de la lectura es la comprensión de los grafemas (o morfemas) percibidos en las palabras y en las frases. La lectura implica no sólo la identificación de las palabras, pues exige las mismas aptitudes lingüísticas que el habla y la comprensión auditiva del lenguaje.

El modelo de la psicología de la lectura con aportaciones de la psicología cognitiva, neuropsicología cognitiva y de la neurolingüística menciona que hay cuatro grandes módulos -con sus submódulos correspondientes- que participan en la lectura: módulo perceptivo, léxico, sintáctico y semántico. Estos módulos incluyen a los grandes procesos y subprocesos que se activan al realizar la tarea de la lectura (Nicasio, 1998). Se cree que el funcionamiento de estos módulos es interactivo y en paralelo.

- **Módulo perceptivo:** es la primera tarea cuando se lleva a cabo la lectura, en este módulo se incluyen procesos de extracción de información, procesos relacionados con la memoria icónica y procesos de memoria de trabajo en donde se efectúan las tareas de reconocimiento y de análisis lingüístico. Los procesos mencionados contienen tareas que se relacionan con los movimientos sacádicos y de fijación; a partir de estas tareas se realiza el análisis visual que puede ser parte del reconocimiento global de las palabras o del reconocimiento previo de las letras.
- **Módulo léxico:** se relaciona con la recuperación del concepto asociado a la palabra (unidad lingüística), o recuperación léxica, esto se puede lograr mediante

dos rutas: una directa o visual u ortográfica que permite la conexión del significado con los signos gráficos mediante la memoria global de las palabras, y la segunda ruta es la indirecta o fonológica que se encarga de la recuperación de la palabra por medio de la aplicación de reglas de transformación grafema-fonema, que llevan al hallazgo del significado.

Bernstein et al. (1999) afirman que los códigos fonológicos son representaciones mentales de las palabras escritas y habladas (fonemas) y de las reglas explícitas que estipulan su orden y combinación. Para que los niños puedan adquirir las palabras de un lenguaje deben ser capaces de discriminar y representar los fonemas de dicha lengua. En el momento de la lectura, el conocimiento de la fonología simplifica la tarea de asociar como unidad global a la cadena de letras de una palabra impresa a la forma oral de una palabra ya conocida. Esta codificación ayuda a la segmentación de las palabras habladas y escritas, facilitando la detección y el uso de la correspondencia grafema-fonema y de la correspondencia ortografía-sonido, también ayuda a identificar la secuenciación adecuada de las letras dentro de una palabra. Promueve el desarrollo de las reglas morfo-fonémicas que ayudan al niño a conseguir una pronunciación correcta.

- **Módulo sintáctico:** La lectura, sobre todo la comprensión de la lectura, supone que las palabras se agrupan en estructuras gramaticales, por lo que el conocimiento gramatical del lector relacionado a los contenidos específicos a los que se enfrenta, es básico y necesario para una lectura correcta. La lectura es un proceso muy complejo y elaborado, en ella interviene la creatividad del sujeto, además de que se deben poner en marcha todos los conocimientos previos de tipo lingüístico o más específicamente de tipo gramatical.

La sintaxis supone reglas para describir cómo las palabras o los constituyentes gramaticales abstractos, como sujetos, predicados, frases nominales y otros elementos, pueden colocarse juntos para formar frases aceptables en un idioma determinado (Mitchell, 1990; Caplan, 1995; Dockrell & McShane, 1997), mientras que el código gramatical representa la clase o categoría a la que pertenece la palabra y define su función en la oración. Al aprender a leer el niño debe asimilar

cómo se deben aplicar las reglas sintácticas para poder segmentar las oraciones en sus constituyentes gramaticales y determinar cómo están relacionados los constituyentes entre sí. Los constituyentes gramaticales contienen los componentes de la oración y las reglas sintácticas ordenan a éstos de forma tal que se facilite su comprensión.

- **Módulo semántico:** también se requieren conocimientos previos del significado de las palabras, lo que exige integrar al léxico las diferentes palabras en una forma coherente, de la que se pueda extraer el significado del mensaje, más allá de lo que cada una de sus partes represente.

La extracción del significado actúa en todos los módulos, ya que percibir es seleccionar los elementos relevantes de los estímulos, integrarla supone darle cierto significado, y estructurarla de forma gramatical es darle un cierto sentido y significado.

Haciendo una abstracción, durante la lectura este módulo extrae el significado de las palabras, significado que se debe coordinar con los matices que impone la estructura gramatical y que se interrelaciona con los conocimientos previos del lector.

De acuerdo a la forma en que los módulos antes citados se interrelacionan, se han postulado básicamente dos modelos: el modelo serial o autónomo, y el paralelo o interactivo.

El modelo serial fue presentado por Fodor (1986), quien propone que los diferentes niveles de análisis de la lectura se relacionan dentro de un sistema modular autónomo (Valle, Cuetos, Igoa & del Viso, 1990). Para Fodor, un módulo es un subsistema con un conjunto particular de propiedades de dominio específico, innatamente especificado, computacionalmente autónomo (un módulo no comparte procesos generales con otros módulos), con información encapsulada (un módulo tiene acceso únicamente a una vía restringida de información) y unidireccional (de abajo hacia arriba). Es decir, según Fodor, el sistema de procesamiento del lenguaje tiene un carácter modular, compuesto

de subsistemas, cada uno encargado de una tarea lingüística en particular y con una sola dirección.

Un ejemplo del modelo serial y modular es el que proponen Ellis y Young (1992) para la lectura, su modelo se basa en la neuropsicología cognoscitiva, muestra las rutas que sigue el lector desde el reconocimiento hasta la producción de palabras tanto escritas como orales (Fig. 1):

- Primera ruta: Parte del sistema de análisis visual, posteriormente pasa al lexicón de entrada visual (donde se encuentran las representaciones de todas las palabras que son familiares en la forma escrita), de ahí, se dirige al nivel semántico. Una vez comprendida la palabra, el sistema semántico puede activar su forma hablada en el lexicón de salida del habla, permitiendo que la palabra pueda ser leída y entendida. Esta es la ruta léxica que utiliza un lector entrenado.
- Segunda ruta: Se relaciona con la lectura de palabras no familiares o pseudopalabras. En esta ruta, para llegar a la pronunciación de la palabra, primero se identifican las letras de la palabra y posteriormente se pasa a la conversión de dichas letras (grafemas) a sonidos (fonemas).
- Tercera ruta: consiste en que las palabras familiares escritas pueden activar de forma directa el lexicón visual y éste a su vez al lexicón de salida del habla, sin pasar por el sistema semántico. Esta ruta es empleada cuando se lee por vez primera una palabra de la cual no se conoce su significado, así como cuando se comienza a aprender a leer.

Las diferencias individuales pueden influir sobre la estrategia que el individuo utilizará para la lectura; por ejemplo, los buenos lectores harán uso de la primera ruta, mientras que los lectores con deficiencias utilizarán la segunda. También existen diferencias en la ruta de procesamiento en función de la familiaridad o frecuencia de las palabras: en las palabras familiares la ruta léxica es la más probable, pero no así en palabras poco

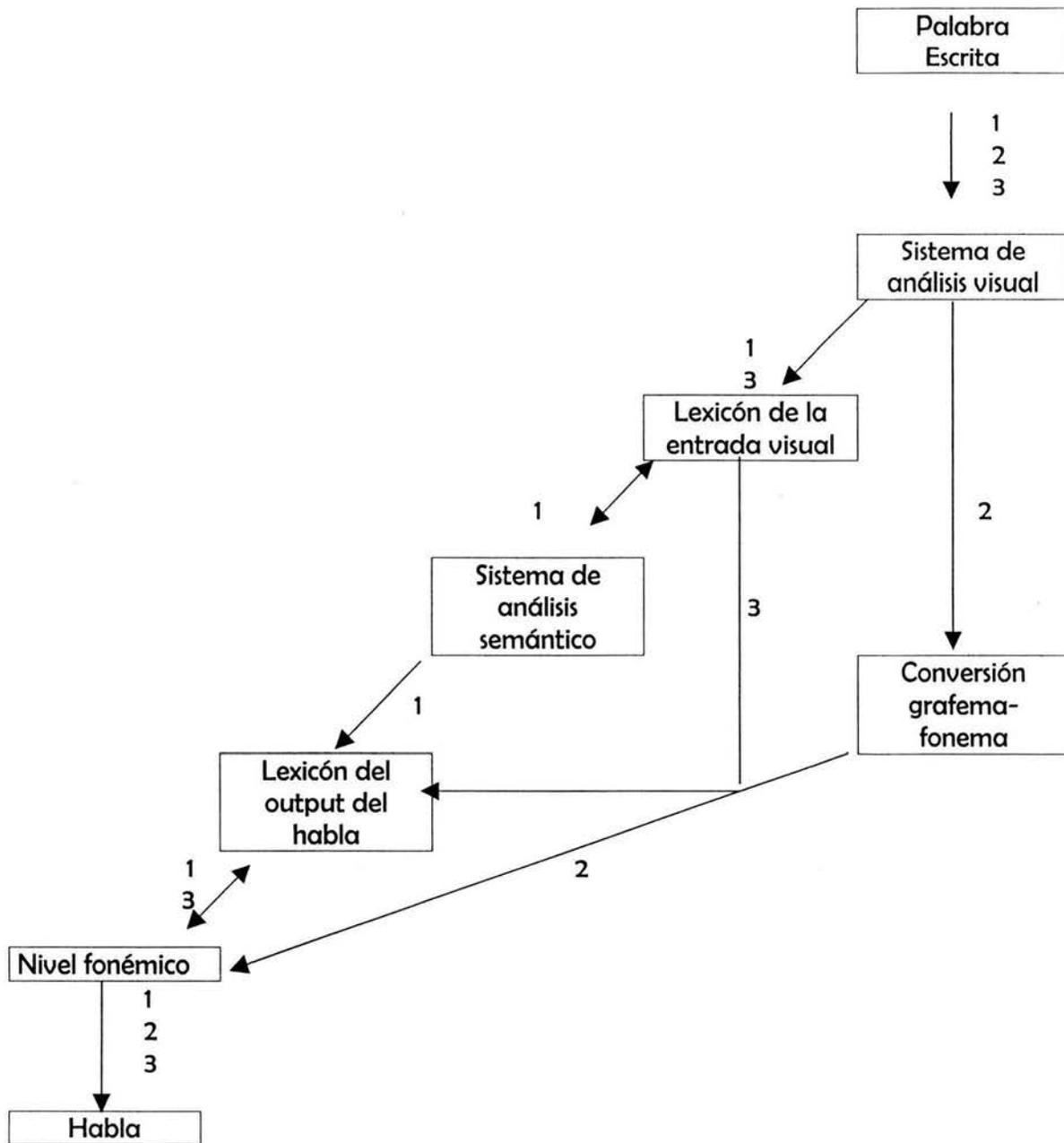


Fig. 1. Modelo modificado de Ellis y Young (1992) para la comprensión y expresión de palabras escritas

1. Primera ruta.
2. Segunda ruta
3. Tercera ruta

frecuentes o en las pseudopalabras, éstas serían codificadas por la vía que usa la conversión grafema-fonema.

Alternativamente al modelo anterior, Stanovich, Cunningham y Feeman (1984) y Nicasio (1998) proponen un *modelo interactivo*, el cual supone que el procesamiento opera tanto de niveles inferiores a superiores como en sentido opuesto, en forma simultánea o alternada. En el modelo interactivo se da una síntesis de información de todos los niveles del análisis durante el proceso lector (Valle et al., 1990; Randford, Atkinson, Britain, Clahsen & Spencer, 2000). A este modelo, Stanovich (1984) le añade la hipótesis compensatoria para explicar las diferencias individuales en la lectura. La clave de este modelo reside en que un nivel superior puede compensar las deficiencias en un nivel inferior, por tanto, si un lector presenta deficiencias en las habilidades de codificación, puede ayudarse del contexto o de la semántica para el reconocimiento de palabras.

Procesamiento de oraciones

Cuando se lee un texto, el mensaje no reside en las palabras aisladas, sino en la relación que se establece entre ellas. Cuando escuchamos palabras aisladas, cada una de ellas nos evoca ciertos significados que se encuentran almacenados en el sistema semántico, pero no aportan ningún mensaje. En cambio, cuando las palabras se encuentran dentro de una oración, nos aportan un significado global. Por lo tanto, pasar del nivel de la palabra al nivel de la oración implica pasar al nivel del mensaje.

Cuando pasamos al nivel de la oración, se tiene que hablar de un tipo de palabras: las palabras “función” (preposiciones, artículos, conjunciones, etc.), que tienen una misión puramente sintáctica, es decir, su papel es el de servir de conexión entre las palabras “contenido” (sustantivos, verbos y adjetivos). Las palabras “contenido” son las que contienen el significado, las “función” juegan un papel fundamental en la asignación de los papeles gramaticales, pues dependiendo de las conexiones que se establecen entre las palabras “contenido” puede variar totalmente el sentido de la oración. Así, si a una oración dada (p. e. “La cantante le dio unas flores a la actriz”) se le cambian algunas de las palabras función ésta presentará otro significado (p. e. “A la cantante le dio unas flores la actriz”), por lo que el orden en que aparecen las palabras y la colocación de las

palabras función, son dos factores importantes en la formación de la estructura sintáctica y de la comprensión de oraciones.

Trabajos en psicolinguística asumen que la interpretación sintáctica y semántica de una oración son producto de diferentes procesos cognoscitivos que pueden trabajar en forma serial o paralela. El mecanismo y el curso en el tiempo del proceso de integración todavía se encuentran bajo investigación.

Chomsky y otros lingüistas se concentraron en la descripción de la estructura del lenguaje que debe tener un sujeto para saber un idioma, este procesamiento también es muy importante desde el punto de vista psicológico para ayudarnos a entender el lenguaje, pues aunque la sintaxis no da el significado, ayuda a señalarlo y nos permite interpretar una frase determinada (Caplan, 1995; Leahey & Harris, 1998). Al respecto, Randford et al. (2000) mencionan que la gramática debe tener un componente que determine la forma lógica (FL) de la oración; el procesador semántico se encarga de incorporar esta FL de la gramática a la oración y esto da como resultado una representación del significado de la oración teniendo como base la información léxica y sintáctica suministrada por los estadíos anteriores del proceso. La representación del significado pertinente sirve como el resultado del procesamiento de la oración, pues una vez que ha sido computado el significado hemos entendido la oración.

La relación entre semántica y sintaxis se ha probado usando oraciones de vía muerta (conocidas en inglés como garden path), un ejemplo de ellas es la oración: "El policía vio al hombre con los binoculares". Este tipo de oraciones nos hacen ver que en la comprensión de una oración "debe" intervenir algo más que la gramática, pues aunque gramaticalmente la oración antes señalada tiene una estructura aceptable con una interpretación única, pareciera que esta estructura y su interpretación no estuvieran disponibles durante el procesamiento de comprensión; lo que hace pensar que el analizador depende de algo que va más allá de los principios que determinan las combinaciones aceptables de palabras y frases (Randford et al., 2000).

Modelo de análisis sintáctico

Al escuchar o leer una oración, además de reconocer las palabras que la componen, se intenta averiguar cuáles son las relaciones existentes entre esas palabras, para poder extraer el mensaje contenido en ellas (Valle et al., 1990; Brown, Hagoort & Kutas, 2000). Para lograr esto, se tienen que identificar los diferentes sintagmas¹ que componen la oración, averiguar la relación existente entre ellos, comprobar los papeles temáticos² que cada uno juega, etc. (Valle et al., 1990).

En un modelo de análisis sintáctico propuesto por Frazier y Rayner (1982), se menciona que existen al menos dos niveles diferentes de análisis de una oración:

1. En el primero se segmenta la oración en sus correspondientes sintagmas y se etiquetan de manera sintáctica (sintagma sujeto, sintagma verbo, sintagma predicado). Este estadio está fuera del control consciente y consiste en la aplicación automática de una serie de estrategias sintácticas, como la de asignar papeles que juegan las palabras (sujeto-verbo-objeto) o asignar la estructura formada por las palabras (nombre-verbo-nombre). En este estadio influyen los factores más superficiales, como son la categoría gramatical de las palabras, el orden de ellas, los rasgos prosódicos si se trata del lenguaje oral o los signos de puntuación si se trata del escrito, la concordancia entre sujeto y verbo, etc.
2. En el segundo se asignan los papeles temáticos a esos sintagmas. Este estadio está bajo el control consciente y si la información semántica y/o pragmática lo necesita, puede obligar al primer estadio a hacer un reanálisis.

En el primer nivel, la oración necesita ser analizada en sus constituyentes, y las dependencias sintácticas entre los constituyentes necesita ser especificada (p.e. ¿quién es el sujeto de la oración?, ¿Cuál verbo está unido con qué sustantivo?) y en el segundo

¹ El sintagma se refiere al constituyente lingüístico que representa el grado máximo de proyección de un núcleo. De este modo, cuando el núcleo sea un nombre, tendremos un sintagma nominal (SN), cuando sea un adjetivo, un sintagma adjetival (SA), cuando sea una preposición, un sintagma preposicional (SP) y cuando sea un verbo, un sintagma verbal (SV). Estos constituyentes están formados por unidades o categorías léxicas más pequeñas, como nombre, verbo, preposición y así sucesivamente (Belinchón, Igoa & Riviere, 1994).

² El papel temático se refiere a que cada sintagma de la oración debe recibir un papel semántico (p.e. agente, paciente, tema, instrumento, etc.) y todos estos papeles se deben organizar en torno a un predicado (normalmente un verbo), que define la estructura semántica del mensaje (Belinchón et al., 1994).

nivel, el significado de la palabra necesita unirse con la representación que se está construyendo para obtener un significado total de la oración. Esos niveles de procesamiento (sintáctico y semántico) son el corazón de la comprensión del lenguaje.

En el análisis sintáctico del procesamiento de oraciones, se han propuesto niveles de análisis serial y en paralelo. El análisis serial se da analizando una por una las palabras hasta llegar a la comprensión o el rechazo de una construcción cuando se encuentra una falla sintáctica. Con respecto al análisis en paralelo, Anderson (1976) propuso un sistema en donde el analizador incorpora una estrategia que le permite inspeccionar una o dos palabras más allá de la posición actual antes de decidir qué etiqueta le debe asignar a la palabra que está examinando. Este sistema, también tiene acceso a información detallada acerca de las palabras contenidas, además introduce nuevos tipos de activación, por ejemplo, hay una producción que marca un sintagma nominal como “contradictorio” cuando hay una falta de concordancia de número (p. e. “una gran pelotas”). Este sistema permite que se active más de una regla al mismo tiempo dejando al sistema resolver la ambigüedad.

Se han hecho diferentes intentos para determinar la forma en que se procesa el lenguaje a través de varios métodos y técnicas (Canseco-González, 2000). Uno de estos métodos es el registro de Potenciales Relacionados con Eventos (PRE), en el cual la actividad eléctrica cerebral se registra en sincronía con un determinado evento.

Dado que hay evidencia de que los PRE son sensibles a los aspectos sintácticos de la comprensión de oraciones, es factible su uso como una herramienta en tiempo real para investigar los procesos subyacentes a las representaciones sintácticas durante la comprensión de la lectura (Osterhout & Holcomb, 1995).

Potenciales Relacionados con Eventos (PRE)

Generalidades

Aún con los avances del estudio farmacológico y fisiológico del Sistema Nervioso Central en años recientes, todavía no se conoce cuáles son las bases neurales de las funciones superiores como la percepción, la cognición y el lenguaje. Parte del problema es que el uso de técnicas invasivas que aportan datos sobre de la actividad cerebral, pueden normalmente aplicarse sólo en estudios con animales y éstos no tienen las facultades cognitivas y lingüísticas que están desarrolladas totalmente sólo en los humanos (Hillyard & Picton, 1987).

La mayor parte del conocimiento actual sobre las regiones cerebrales que sirven para diferentes funciones cognoscitivas es el resultado de estudios de los problemas del procesamiento de información que presentan los pacientes con daño cerebral y del uso de técnicas invasivas como la estimulación eléctrica y la intervención neuroquirúrgica. Más recientemente, las técnicas de imagen de trazadores radioactivos han mapeado la actividad metabólica de las regiones cerebrales que participan en diferentes actividades cognitivas y lingüísticas; sin embargo, ninguno de esos métodos da información precisa sobre el curso en el tiempo de la actividad neural que subyace a las funciones cerebrales superiores.

Los PRE son un método con un alto grado de resolución temporal -en el orden de los milisegundos (ms)- pero con baja resolución espacial, ya que proveen una localización anatómica menos precisa.

Los PRE son cambios de voltaje del electroencefalograma en curso relacionados cronométricamente con eventos sensoriales, motores o cognoscitivos; es una técnica no invasiva que tiene un alto grado de resolución temporal (Hillyard & Picton, 1987; Reagan, 1989; Rugg & Coles, 1995; Friederici, 1995; Garzia, 1996). Los PRE (tradicionalmente conocidos como potenciales evocados) son patrones de cambios de voltaje de la actividad eléctrica cerebral, que están ligados en el tiempo a eventos sensoriales, motores o cognoscitivos, incluyendo a la comprensión del lenguaje (van Petten & Kutas, 1991; Friederici, 1995). Estos potenciales surgen de la actividad sincrónica

de una población neuronal involucrada en el procesamiento de la información. En conjunto con medidas conductuales, los datos de los PRE se pueden usar para identificar y clasificar operaciones perceptuales, cognitivas y lingüísticas.

Como en el humano los potenciales son demasiado pequeños para observarlos dentro del EEG, para su obtención es necesario usar la técnica de promediación. Esta técnica requiere de la repetición de un estímulo o evento el cual se liga en el tiempo al registro de la actividad eléctrica cerebral. Como el EEG tiene un comportamiento aleatorio en el tiempo y el potencial aparece ante cada estímulo, en la promediación el EEG tiende a cero (desaparece su aportación de voltaje) mientras que el potencial permanece por estar ligado a un estímulo en el tiempo.

Los parámetros que se miden en los PRE son: polaridad, latencia, amplitud, y topografía.

A los componentes (se denomina componente a la onda relacionada con un proceso específico) de los PRE se les da un nombre según su polaridad: Positiva (P) o Negativa (N), y su latencia (medida en milisegundos $-ms-$), por ejemplo, se denomina P300 al componente positivo que aparece alrededor de los 300 ms. Como la latencia de un pico de los PRE puede variar de un sujeto a otro, el promedio de la latencia del pico de una población de sujetos se usa a menudo para designar el componente. También se mide su amplitud (medida en microvolts $-\mu V-$), esta medida no es constante y varía de sujeto a sujeto, por último, también se describe la topografía del componente (lugar del cuero cabelludo en donde aparece).

Idealmente, cada PRE registrado en el cuero cabelludo podría ser etiquetado tomando en cuenta su polaridad, latencia, generador dentro del cerebro y su papel funcional en el procesamiento de la información, pero desafortunadamente la fuente o generador de la mayoría de los PRE, no se conoce.

Los componentes de los PRE se clasifican en: (Altenmüller & Gerloff, 1999)

- **Exógenos:** Representan la actividad evocada (ondas tempranas de los PRE) en

las vías sensoriales, son determinados principalmente por las características físicas del estímulo y no se modifican por los estados psicológicos del sujeto.

- **Endógenos:** Dependen en mayor medida de los cambios psicológicos del sujeto, el significado del estímulo, y/o la demanda del procesamiento de información de la tarea. Son usados para investigar las bases fisiológicas de la percepción y cognición humana. Sus latencias son mayores a 100 ms. Entre ellos se encuentra la P300 (relacionada con procesos de atención), la N400 (relacionada con aspectos específicos del procesamiento del lenguaje –semántica-), N450 (relacionada con el procesamiento fonológico) y la P600 (que se relaciona con aspectos sintácticos del lenguaje).

PRE en el estudio de los Trastornos de Lectura

Los trastornos de la lectura en el área de la Neurociencia Cognoscitiva se han estudiado usando técnicas orientadas a mejorar la precisión diagnóstica, para determinar los substratos neurobiológicos de los trastornos del aprendizaje y para estudiar las alteraciones en el procesamiento de la información en los niños que presentan tales trastornos (Bernal, Rodríguez, Yáñez & Marosi, 2001). Los PRE son una de esas técnicas.

En este campo, se han utilizado diferentes criterios para seleccionar las muestras, esto se debe a que los investigadores generalmente cuidan que el coeficiente intelectual de los niños sea normal o alrededor de lo normal, pero los instrumentos que utilizan para evaluar el grado de dificultad en la lectura varían. Aun con estas diferencias de método, se sabe que los niños evaluados en estos estudios tienen problemas de lectura, pero desafortunadamente no se sabe con exactitud qué tipo de problema presentan, ya que se han reportado niños lectores deficientes que en verdad son disléxicos o viceversa. Desde el punto de vista electrofisiológico, se han encontrado: amplitudes reducidas y latencias aumentadas de los componentes N100, P300 y N400. Los mecanismos fisiológicos que subyacen a la baja amplitud pueden consistir en que menos estructuras cerebrales están involucradas en las tareas o que hay diferencia en el tiempo de sincronización de los generadores neurales. La mayor latencia de los componentes puede

reflejar mayor tiempo para procesar la información relacionada con el estímulo (Bernal et al., 2001).

A continuación se mencionarán algunos de los hallazgos de los PRE en niños con TL:

- P300: Diferentes estudios han reportado un componente P300 disminuido o tardío en disléxicos del desarrollo (Taylor & Keenan, 1990) y en niños con déficit de atención (Holcomb, Ackerman & Dykman, 1985), sugiriendo que fisiológicamente se presenta un procesamiento deficiente del estímulo relevante de la tarea en estos tipos de niños. Como el déficit de atención está presente en la mayoría de los disléxicos, es difícil determinar la respectiva contribución de cada uno de éstos trastornos en las anomalías de los PRE (Taylor, 1995).

En un estudio de Bernal, Harmony, et al. (2000) donde se evaluaron procesos de atención y memoria con una tarea auditiva tipo *oddball* en niños con TL y controles, se encontró una N200 y una P200 de mayor amplitud para los niños con TL en comparación con los niños normales. No encontraron diferencias ni en amplitud ni en la latencia de la P300, esto sugiere que los niños con TL ponen mayor atención en los procesos que ocurren antes (categorización y atención) que la P300.

Silva-Pereyra et al. (2001) estudiaron el componente P300 en niños con TL y en niños normales, usando una tarea de memoria de dígitos (tarea de Sternberg) y una tarea de discriminación de color. Encontraron que los niños con TL presentaron una mayor proporción de errores y mayores latencias en la P300 comparados con los niños normales; también encontraron diferencias de topografía de la P300 en los niños TL en las dos tareas. Estos resultados sugieren que los niños con TL pueden tener deficiencias durante el procesamiento temprano, así como en la evaluación de los estímulos visuales, y que también presentan déficit para clasificar y memorizar estímulos visuales.

- N400: Se ha observado un componente N400 anómalo en algunos estudios hechos con sujetos que presentan trastornos de lectura (especialmente dislexia),

sin embargo, los resultados son inconsistentes y esto hace difícil su interpretación. Por ejemplo, Stelmack, Saxe, Noldy-Cullum & Campbell (1988) encontraron un componente N400 reducido en niños lectores deficientes, interpretándolo como una falla de la memoria semántica en este grupo.

En una tarea de lectura de oraciones para obtener la N400, los niños con TL mostraron mayor amplitud de los componentes tempranos en comparación con los niños normales, lo que se relacionó con un mayor esfuerzo en los procesos de decodificación y una falta de automatización de la lectura, además, se encontró que los niños con TL presentaron una mayor latencia del efecto N400 (se llama así a la diferencia de amplitud de N400 entre la oración control y la oración con anomalía semántica) y falta de éste en el hemisferio izquierdo en comparación con los niños controles lo que se relacionó con un procesamiento semántico más lento y deficiente (Rodríguez, 1995).

Por el contrario, Neville, Coffey, Holcomb y Tallal (1993), encontraron un aumento de amplitud del componente N400 en niños con problemas de lenguaje respecto a los niños control, eso se interpretó como un mayor esfuerzo de estos niños en el proceso de integración del léxico.

Asimismo, Robichon, Besson y Habib (2002) encontraron que los adultos disléxicos presentan un componente N400 más grande en comparación con los controles, tanto para las oraciones congruentes como para las incongruentes semánticamente. Estos autores sugieren que el daño en la lectura que presentan los sujetos disléxicos es el resultado de la dificultad que tienen para integrar el significado de las palabras dentro del contexto de una oración.

Los resultados del estudio de los niños con TL usando la técnica de los PRE han mostrado que presentan patrones diferentes a los de los niños control, como diferencias en latencias y amplitudes de varios componentes. Aunque los hallazgos no han sido consistentes, sí nos dan idea de los problemas que este grupo de niños presenta en diferentes niveles del procesamiento, sin embargo se necesitan más estudios para que esta técnica nos pudiera ayudar como un elemento diagnóstico de las fallas del procesamiento cognoscitivo.

Como esta tesis se relaciona con el procesamiento sintáctico, pasaremos a describir el componente de los PRE relacionado con este procesamiento: el componente P600.

PRE y Procesamiento sintáctico

Para estudiar el lenguaje, el uso de la técnica de los PRE descansa en la suposición de que diferentes procesos cognoscitivos están mediados por diferentes patrones de la actividad cerebral. Es posible entonces, investigar de manera separada los niveles de representación lingüística (p. e. fonológico, semántico y sintáctico) para evidenciar diferentes patrones de PRE. En general, esos patrones son identificados con base a su identidad funcional, amplitud, latencia y distribución. Desde el trabajo pionero de Kutas y Hillyard en 1980, una aproximación fructífera en el estudio del lenguaje ha sido el registro de la actividad cerebral asociada con la detección y procesamiento de una variedad de “errores” lingüísticos (Canseco-González, 2000).

Varios estudios han demostrado componentes de los PRE que se relacionan con aspectos específicos del procesamiento del lenguaje (Hillyard & Kutas, 1983; Neville, Nicol, Barrs, Foster & Garrett, 1991; Osterhout & Holcomb, 1992; Hagoort, Brown & Groothusen, 1993; Osterhout & Mobley, 1995; Gunter, Stowe & Mulder, 1997; Hahne & Friederici, 1999), como el componente N400 que resulta del procesamiento de incongruencias semánticas de palabras presentadas tanto auditiva como visualmente, ya sea dentro de una oración como en pares de palabras o en paradigmas de rima. Este componente ha sido valioso para investigar sobre todo el nivel semántico y ha dado la pauta para investigar los efectos de los PRE en otros aspectos del procesamiento del lenguaje como el del análisis estructural de las oraciones (syntaxis).

La separación del nivel semántico y del nivel sintáctico en el lenguaje, se encuentra asociada con diferentes patrones de PRE, estos patrones apoyan las bases neurobiológicas para los modelos de comprensión (Osterhout, 1997; Brown et al., 2000). En contraste con el procesamiento semántico, todavía no se ha encontrado un componente sintáctico uniforme en los PRE (Gunter et al., 1997). Las investigaciones acerca de la respuesta de los PRE ante violaciones sintácticas han reportado una

“positividad tardía bilateral que se inicia a partir de los 500 ms después de la presentación de una palabra sintácticamente anómala y que persiste durante varios cientos de milisegundos” (Neville et al., 1991; Osterhout & Holcomb, 1992; Hagoort et al., 1993; Osterhout, McLaughlin, & Bersick, 1997; Canseco-González, 2000), a esta positividad Osterhout y Holcomb (1992) la denominaron P600 mientras que Hagoort et al. (1993) la llamaron variación positiva sintáctica (conocida en inglés como Syntactic Positive Shift –SPS–). P600/SPS se ha relacionado con el reanálisis sintáctico (ver modelo de Frazier & Rayner). Algunos investigadores también han reportado una negatividad anterior izquierda (denominada en inglés “LAN –Left Anterior Negativity–“ y en español “NAI –Negatividad Anterior Izquierda”) con un rango de inicio entre los 200 y 500 ms después de la presentación de la palabra anómala y se le ha relacionado con la activación y procesamiento de la información de la categoría sintáctica de la palabra y con el procesamiento de memoria de trabajo (Brown et al., 2000).

P600/Variación Positiva Sintáctica (VPS)

La P600/VPS ha sido provocada por diferentes violaciones sintácticas (más adelante se ejemplificarán) como la de estructura de frase, subcategorización, concordancia sujeto-verbo y concordancia pronombre-antecedente reflexivo. Estas violaciones involucran diferentes aspectos de la gramática y el hecho de que en cada una aparezca la P600 da cuenta de la relación de este componente con el procesamiento sintáctico. Al mismo tiempo, la heterogeneidad del fenómeno sintáctico asociado con la P600 provoca algunos cuestionamientos acerca de qué es lo que exactamente refleja este componente en relación con el procesamiento del lenguaje (Brown et al., 2000). La interpretación funcional de la P600 aún no es muy clara, algunas investigaciones afirman que es un reflejo específico del procesamiento gramatical que se relaciona con el reanálisis que ocurre cada vez que el analizador falla al hacer el análisis sintáctico al encontrar alguna ambigüedad o violación sintáctica (Friederici & Mecklinger, 1996; Hagoort et al., 1993). Al respecto, Hagoort et al. (1993), Osterhout (1994), Osterhout, McKinnon, Bersick y Corey (1996) y Osterhout y Hagoort, (1999) hacen notar que dentro del dominio del procesamiento de oraciones, la P600 es una manifestación del procesamiento que puede estar unido directamente a las propiedades gramaticales del lenguaje, y Osterhout y

Holcomb (1993), Münte, Heinze, Matzke, Wieringa y Johannes (1998) y Canseco-González (2000) mencionan que este componente es una herramienta útil para evaluar al procesamiento sintáctico.

Aunque las explicaciones teóricas acerca del procesamiento de la lectura señalan una relación estrecha entre la sintaxis y la semántica, en el terreno electrofisiológico es claro que los componentes relacionados con el procesamiento sintáctico difieren del componente N400 relacionado con el procesamiento semántico tanto en latencia, topografía y estímulo que los provocan, con esto podría decirse que el procesamiento semántico y el sintáctico tienen diferentes bases neurales. Que el análisis semántico y el sintáctico tengan diferentes patrones electrofisiológicos, se puede relacionar con el modelo de análisis serial que se propone acerca del procesamiento de la lectura, en donde estos análisis se dan en forma separada.

El primer estudio con PRE a violaciones sintácticas fue reportado por Kutas y Hillyard (1983), que presentaron oraciones que contenían errores en el tiempo del verbo (p.e. "Mañana fui al parque"). Las violaciones indujeron una negatividad ligeramente aumentada en el rango de los 300-500 ms, que no tenía la misma amplitud y distribución en el cuero cabelludo que la N400 obtenida a anomalías semánticas. Kutas y Hillyard no reportaron un correlato preciso de los PRE a las violaciones sintácticas, lo que quizá se debió a que los marcadores de concordancia en inglés son difíciles de detectar ya que no son muy evidentes, y a que su tiempo de intervalo interestímulo fue muy largo lo que pudo haber enmascarado el componente que se relaciona con el proceso sintáctico (Friederici, 1995).

Garrett (2000) menciona que los componentes tempranos para la sintaxis son inflexibles y que se localizan en áreas clásicas del procesamiento del lenguaje asociadas con el procesamiento sintáctico (esto se basa tanto en estudios con personas que presentan daño en el lenguaje como en datos de imagen cerebral), y que un proceso de reanálisis es reflejado en las respuestas fisiológicas tardías.

La P600/VPS se ha asociado con una variedad de violaciones sintácticas (Canseco-González, 2000), como las siguientes:

- Violación de estructura de frase (en este tipo de violación se cambia el orden obligatorio de las palabras): “El científico criticó de Max la prueba del teorema”.
- Violación de subcategorización (en este tipo de violación las oraciones en voz activa que tienen el verbo -en infinitivo- son seguidas por un complemento clausular): “El hijo del rico empresario alardear el carro de su padre”.
- Violación del tiempo del verbo (en este tipo de violación el tiempo del verbo no corresponde con la oración): “Mañana fui al cine”
- Violación de concordancia sujeto-verbo (conocida en inglés como “agreement”): “Los oficiales elegidos esperó tener éxito”.
- Violación de género antecedente-reflexivo (poner en inglés *his* cuando se habla de ella y *her* cuando se habla de él): “La exitosa mujer se felicitó a él mismo por la promoción”.

Osterhout y Mobley (1995) hicieron un estudio con tres diferentes tipos de violaciones sintácticas: concordancia sujeto-verbo, antecedente reflexivo de número y antecedente reflexivo de género. Ellos encontraron que los tres diferentes tipos de violaciones provocaron una P600 ampliamente distribuida. Los autores concluyen que la presencia de la P600 puede indicar que las violaciones sintácticas y las violaciones de concordancia generan una respuesta similar, respuesta que es diferente de la generada por palabras semánticamente inapropiadas, con lo que se puede concluir que las violaciones de concordancia son percibidas como de naturaleza sintáctica.

Hagoort et al. (1993) estudiaron tres tipos de violaciones sintácticas: violación de concordancia de número entre verbo y sujeto, violación de subcategorización, y violación de estructura de frase (no se forma la oración según la estructura sintáctica del idioma). Los dos últimos tipos de violaciones afectan el orden de las palabras dentro de una

oración, en cambio la de concordancia no. Estos autores encontraron una positividad ampliamente distribuida provocada por la palabra crítica en la condición de violación de concordancia y en la condición de violación de estructura de frase, con un inicio alrededor de los 500 ms y una distribución máxima centroparietal bilateral.

Münste, Szentkuti, Wieringa, Matzke y Johannes (1997) en un estudio con adultos, analizaron la sensibilidad de la P600/VP5 a la complejidad del error sintáctico. Utilizaron oraciones sintácticamente correctas y sintácticamente anómalas; éstas últimas presentaban niveles crecientes de complejidad: cláusula declarativa simple, cláusula subordinada incrustada y oraciones que presentaban la violación en la palabra final. Las condiciones terminal e incrustada fueron de mayor complejidad que la simple. Los autores encontraron que: la condición simple presentó una P600 con inicio de latencia alrededor de los 500 ms con un máximo en los 800 ms en regiones parietales, las condiciones incrustada y terminal mostraron una amplitud más grande para la P600 comparada con la condición simple, el pico de latencia de la P600 fue más temprano para la condición simple y más tardío para la incrustada. Con estos resultados concluyen que los datos de los PRE obtenidos durante el procesamiento de oraciones, apoyan la idea de que la amplitud de la P600 varía en función de la dificultad del reanálisis de oraciones que presentan ambigüedad o violaciones sintácticas. Estos autores no encontraron el componente NAI.

Hanhe y Friederici (1999) han relacionado los componentes del procesamiento sintáctico con el modelo de procesamiento sintáctico de dos pasos propuesto por Frazier y Fodor (1978). Estas autoras argumentan que la NAI refleja el procesamiento sintáctico (parsing) de primer paso mientras que la P600 refleja el procesamiento sintáctico de segundo paso; sugieren que en el primer procesamiento (o de primer paso) se da la asignación de la estructura sintáctica inicial con base sólo en la información categórica de las palabras y el papel temático que tiene cada una, este procesamiento es altamente automático y, que en el segundo procesamiento (o de segundo paso) se da la interpretación de la estructura inicial y también, si es necesario, el reanálisis de la estructura inicial cuando se encuentra una violación sintáctica. Este procesamiento está bajo el control de las estrategias personales. El análisis de segundo paso también ha sido sugerido por experimentos que cambian la probabilidad de ocurrencia de las oraciones anómalas,

afectando sólo a P600 y no a otros componentes. Münte, Matzke y Johannes (1997) concuerdan con el modelo anterior respecto al componente P600, afirmando que es un reflejo del reanálisis de una oración; un intento para rescatar el significado de la oración después de que se encontró una violación gramatical.

Para corroborar electrofisiológicamente lo propuesto en el modelo de Frazier y Fodor (1978), Hanhe y Friederici (1999) presentaron oraciones con violación de estructura de frase. Encontraron una NAI (en el rango de 100-300 ms) ante ambos tipos de oraciones, que relacionaron con la idea de que el proceso de construcción temprana de estructuras es independiente de las expectativas conscientes de los sujetos y de su conducta estratégica y que se puede decir que es automático, y una P600 (en el rango de 500-1000 ms) ante las oraciones con violación sintáctica que relacionaron con la idea de que el proceso de reanálisis está bajo el control de los participantes.

Osterhout y Holcomb (1992) hicieron un estudio donde aplicaron dos tipos de violaciones sintácticas: de subcategorización del verbo y de estructura de frase. Encontraron que ante estos tipos de violaciones: donde el analizador no puede construir la representación de la estructura sintáctica preferida por el sujeto, se observa un componente positivo que comienza entre los 400 y 500 ms después de la presentación de la violación, y dura alrededor de 400 ms, con topografía centro-parietal y con predominio derecho. Estos autores asumen que la P600 es un marcador electrofisiológico de la violación sintáctica.

A diferencia de los estudios en donde se hacen experimentos con un modelo modular, donde las fallas en el procesamiento sintáctico son la causa de la aparición del componente P600, existen estudios donde se puede relacionar a la P600 con una relación semántica-sintaxis al procesar oraciones. En estos estudios se afirma que la P600 se observa ante aquellas oraciones con violaciones sintácticas en las que se puede rescatar un significado y no en aquellas semánticamente inoperantes.

Münte, Matzke et al. (1997) emplearon oraciones que contenían violaciones de concordancia sintáctica y también utilizaron oraciones con pseudopalabras. Encontraron que ante oraciones que se componían de pseudopalabras se evocaba un pequeño efecto negativo (250 - 500 ms) con topografía centro-parietal, y que sólo la violación de

concordancia sintáctica provocaba una gran positividad (P600) en el hemisferio derecho. Concluyeron que sus hallazgos apoyan la hipótesis de que el componente P600 refleja un mecanismo de reanálisis necesario para construir una oración con significado, cuando se encuentra una violación sintáctica durante el procesamiento de la oración, ya que en oraciones con pseudopalabras (que no tienen significado) no se observó el componente P600.

Al igual que Münte, Matzke et al. (1997), Canseco-González et al. (1997) presentaron dos tipos de violaciones de estructura de frase en inglés y su correspondiente contraparte en "jabberwocky". Las oraciones "jabberwocky" se crearon reemplazando la mayoría de la palabras "abiertas" con pseudopalabras pronunciables que tenían el mismo número de sílabas y la misma longitud. Las palabras de tipo "cerrado" no se reemplazaron para mantener la estructura gramatical. Encontraron que la violación de estructura de frase provocó tanto la NAI como la P600 (con máximo centro-parietal en el hemisferio derecho), las oraciones "jabberwocky" provocaron una NAI ampliamente distribuida, pero no una P600.

Münte et al. (1998) presentaron oraciones correctas y oraciones que tenían errores morfosintácticos (p. e. "The witch used her broom's to fly to the forest") contenidas en cuentos de libros de texto. Encontraron que las palabras incorrectas sintácticamente se asociaron con un PRE más negativo (NAI) que las palabras correctas, esta negatividad se presentó alrededor de los 250 ms con una distribución frontal. Las palabras sintácticamente anómalas también presentaron una positividad ampliamente distribuida. Nuevamente, los autores concluyeron que esta positividad se relaciona con un reanálisis sintáctico necesario cuando se presenta una violación o ambigüedad sintáctica.

La P600 no se restringe sólo a la modalidad visual, también se ha observado ante violaciones sintácticas en el lenguaje hablado (Brown et al., 2000), esto es un indicio de que el componente es específico del procesamiento sintáctico.

Osterhout y Holcomb (1993) examinaron la comprensión de oraciones presentadas de forma continua en el lenguaje natural. Encontraron que cuando la oración era

sintácticamente ambigua (violaciones de “garden path” –vía muerta- p. e.: “El policía vio a la mujer con los binoculares”) el análisis no se puede terminar hasta que una palabra elimine la ambigüedad de la oración. En la modalidad auditiva, la P600 estuvo más restringido a los sitios posteriores y fue mayor en el hemisferio derecho comparado con el izquierdo, además parece que el inicio de la latencia de este componente fue más temprano para la modalidad auditiva comparada con la modalidad visual.

Estos hallazgos son consistentes con estudios previos que involucran la presentación de oraciones palabra a palabra. La similitud entre la P600 auditiva y la visual sugiere que estos componentes pertenecen a una familia común de componentes endógenos.

Osterhout et al. (1996), Gunter et al. (1997) y Münte, Matzke et al. (1997) mencionan que el componente positivo tardío denominado P600 o VPS es una herramienta valiosa en el análisis del procesamiento de comprensión del lenguaje, en particular, se ha mostrado que varía en amplitud (siendo mayor en amplitud cuando la complejidad es mayor) y en latencia, como una función de la complejidad del reanálisis sintáctico. Además, Osterhout y Holcomb (1993) mencionan que el uso de la P600 como índice electrofisiológico de la sintaxis es factible, dado que la P600 se presenta ante diferentes tipos de violaciones sintácticas.

Es interesante mencionar que en estudios donde se evalúa el procesamiento sintáctico con el uso de violaciones sintácticas, Osterhout y Holcomb (1992, 1993 y 1995) y Hagoort et al. (1993) han encontrado que en la palabra final de las oraciones (presentadas tanto visualmente como en forma auditiva) que contienen la violación sintáctica, se observa el aumento de un componente negativo N400, lo que reflejaría la dificultad de la integración del léxico para la comprensión de las oraciones que presentan violaciones sintácticas. Por esta razón en el presente trabajo se decidió evaluar también el componente N400.

El componente N400 es una onda negativa que aparece alrededor de los 400 ms, con una amplitud máxima en regiones centro-parietales, es sensible a la actividad lingüística (Kutas & van Petten, 1988) principalmente al proceso de integración del léxico relacionado con incluir la palabra leída en una representación de orden superior, de

modo que las representaciones sintácticas y semánticas relacionadas con el ítem del léxico activado se comparan con una representación en la memoria de trabajo que contiene la especificaciones sintácticas y semánticas del contexto actual; mientras más similares sean ambas representaciones, será más fácil el proceso de integración del léxico (Brown & Hagoort, 1993). En el experimento original de Kutas y Hillyard (1980) se demuestra que la palabra final de la oración que no es congruente semánticamente, provoca un componente N400. También hay evidencia de que este componente es sensible a las asociaciones y relaciones lingüísticas dentro de la memoria semántica y episódica (Miles & Stelmack, 1994).

Negatividad Anterior Izquierda (NAI)

Los investigadores que han encontrado el componente NAI, mencionan que éste tiene una distribución anterior con mayor amplitud en el hemisferio izquierdo. Se ha encontrado ante la lectura de oraciones con diferentes violaciones sintácticas. Su naturaleza funcional y electrofisiológica aún esta bajo estudio. Algunos investigadores como Gunter et al. (1997) sugieren que la NAI se relaciona con un procesamiento de análisis sintáctico temprano (asignación de categorías sintácticas a las palabras), aunque otros autores como Kluender y Kutas la relacionan con la demanda en la carga de la memoria de trabajo. Además, se ha encontrado una gran variabilidad de este componente tanto en su topografía como en su latencia.

Neville et al. (1991) reportaron efectos específicos a manipulaciones sintácticas comparando oraciones con anomalía semántica y con violación sintáctica presentadas de manera visual. Al igual que Kutas y Hillyard, reportaron una negatividad temprana pero localizada en sitios anteriores izquierdos con un inicio alrededor de los 250-300 ms postestímulo, con una amplitud máxima alrededor de los 400 ms (un patrón parecido a NAI). Esta negatividad es similar en tiempo y configuración al componente N400 provocado por anomalías semánticas, pero presenta una topografía diferente. También, Gunter et al. (1997) encontraron el componente NAI ante oraciones con violaciones sintácticas.

A diferencia de los estudios anteriores, Münte, Matzke et al. (1997) en un estudio con adultos donde analizaron la sensibilidad de la P600/SPS a la complejidad del error sintáctico, utilizando oraciones sintácticamente correctas y sintácticamente anómalas con diferentes niveles de complejidad, no encontraron un componente NAI.

Con lo anterior se puede decir que este componente no es tan consistente ante la lectura de violaciones sintácticas, como la P600, por lo que no se va a analizar en esta tesis.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Como se indicó en la *introducción*, de todos los trastornos de aprendizaje, el TL es el de mayor prevalencia. Además, diversos estudios neuropsicológicos y psicológicos señalan que el *procesamiento sintáctico* es uno de los procesos afectados en los niños con TL.

Hay que tener en cuenta que no se han hecho estudios en español del procesamiento sintáctico usando la técnica de los PRE ni en adultos ni en niños, y en niños no se han hecho estudios del procesamiento sintáctico (ni en español ni en ningún otro idioma), mucho menos en niños con TL. Por lo que pretendemos caracterizar este componente en dos poblaciones de niños: lectores normales –control- y con TL.

Por tanto, el presente trabajo se diseñó para explorar el procesamiento sintáctico de niños normales y con TL durante la lectura de oraciones utilizando el componente P600 como índice electrofisiológico de dicho procesamiento, y con esto extender el conocimiento electrofisiológico que se tiene en adultos, a los niños, tanto lectores normales como con TL.

OBJETIVOS

Objetivo general

Examinar electrofisiológicamente (con la técnica de los PRE) el procesamiento sintáctico durante la lectura de oraciones en español en dos grupos de niños: lectores normales y con TL.

Objetivos específicos

- Explorar la existencia de P600: componente de los PRE que muestra cambios durante una tarea de procesamiento sintáctico en los dos grupos de niños antes mencionados.
- Determinar la latencia y amplitud de P600 asociada con el procesamiento sintáctico tanto en niños lectores normales como de niños con TL.
- Explorar cuál es el desempeño tanto de los niños lectores normales como de los niños con TL en diferentes pruebas de la lectura de una batería neuropsicológica, y comparar dicho desempeño.
- Determinar las características (latencia y amplitud) del componente N400 a la palabra final de las oraciones presentadas en este estudio.

HIPÓTESIS

Teniendo en cuenta que los niños con TL presentan deficiencias en el procesamiento sintáctico, las hipótesis son:

- En las pruebas conductuales, los niños con TL presentaran ejecuciones deficientes en comparación con los niños control.
- Los niños control presentarán una respuesta electrofisiológica diferenciada (P600) para cada tipo de oración (sintácticamente correctas y con violación sintáctica).
- Los niños con TL presentarán una respuesta electrofisiológica (P600) similar para ambos tipos de oraciones (sintácticamente correctas y con violación sintáctica).
- Los niños control presentarán un efecto N400 que reflejará un procesamiento semántico adecuado para las palabras finales de ambos tipos de oraciones.
- Los niños con TL presentarán un efecto N400 deficiente del procesamiento semántico para las palabras finales de ambos tipos de oraciones.

METODO

Sujetos

Participaron 30 niños de sexo masculino de entre 8 y 13 años de edad, divididos en dos grupos: grupo control (lectores normales N=15) y grupo experimental (niños con TL N=15). Las características de los sujetos se muestran en la Tabla 1.

Los niños del grupo control cursaban de 3ro. de primaria a 1ro. de secundaria y los niños del grupo TL cursaban de 3ro. a 6to. de primaria en escuelas públicas del Edo. de México y tenían un nivel socioeconómico semejante de acuerdo a la entrevista estructurada para niños con trastornos de aprendizaje (más adelante se describirá). Ninguno de los niños tomaba medicamentos.

Los grupos se escogieron con base a los siguientes criterios: debían tener un Coeficiente Intelectual (WISC) ≥ 85 y no presentar problemas neurológicos, ni trastornos emocionales importantes.

Para clasificar a los niños se usaron dos baterías en español: Test de Análisis de la Lecto-Escritura (TALE) y la Batería Neuropsicológica para niños con Trastornos del Aprendizaje de la Lectura (BNTAL).

El grupo control debía tener puntuaciones en el TALE de acuerdo a lo esperado dada su edad cronológica, su inteligencia y su nivel escolar, y en la BNTAL presentar la mayoría de sus puntuaciones por arriba del percentil 30 de acuerdo a su edad.

Los niños con TL debían tener puntuaciones del TALE entre una y dos desviaciones estándar por debajo de lo esperado dada su edad cronológica y en la BNTAL presentar varias puntuaciones iguales o por debajo del percentil 30.

Tabla 1. Características de los sujetos

| | Lectores Normales | Trastornos de Lectura |
|--------------------------------------|--|---|
| N | 15 | 15 |
| Sexo | Masculino | Masculino |
| Edad | 8 a 12 años (\bar{x} = 10.2 años) | 8 a 13 años (\bar{x} = 10.5 años) |
| Grado | 3ro. a 1ro. Sec | 3ro. a 6to. |
| Número de grados reprobados | - | 0 a 2 |
| Lateralidad determinada por la BNTAL | 15 diestros | 12 diestros, 1 zurdo y 2 ambidiestros |
| CI Total | 90 a 125 (\bar{x} = 108.7) | 85 a 125 (\bar{x} = 94.4) |
| Evaluación neurológica | Normal | Normal |
| TALE | Puntuaciones Normales para su edad | Puntuaciones entre una y dos desviaciones estándar por debajo de lo esperado para su edad |
| BNTAL | Puntuaciones por arriba del percentil 30 | Puntuaciones menores o iguales al percentil 30 |

Instrumentos

A cada niño de los preseleccionados en las escuelas que participaron en este estudio, se le aplicaron los siguientes instrumentos:

- *Entrevista estructurada para niños con trastornos del aprendizaje:* se compone de una serie de preguntas encaminadas a conocer la historia pre, peri y postnatal del niño, además de su desempeño académico y estatus socio-económico.
- *Escala de Inteligencia para niños de Wechsler Revisada (WISC-R) en español:* escala de inteligencia diseñada por David Wechsler para proporcionar una estimación confiable del coeficiente intelectual (CI). Está compuesta por subescalas verbales (información, comprensión, aritmética, semejanzas, retención de dígitos y vocabulario) y subescalas de ejecución (claves, figuras incompletas, diseño con cubos, ordenación de dibujos y composición de objetos).

- *Test de análisis de la Lecto-escritura (TALE)* (Toro y Cervera, 1990), prueba de lectura y escritura donde se evalúa: tiempo de velocidad de lectura, número de aciertos en lectura de letras, sílabas y palabras, además de comprensión de lectura. Esta prueba proporciona el nivel de lectura del niño.
- *Batería Neuropsicológica para niños con Trastornos del aprendizaje de la Lectura (BNTAL)* (Yáñez, Bernal, Harmony, Marosi & Rodríguez, 2002): prueba neuropsicológica diseñada para niños mexicanos de edad escolar (entre 7 y 12 años) que evalúa el procesamiento fonológico, atención, repetición, vocabulario receptivo y expresivo, comprensión, lectura, gramática, escritura, aritmética, percepción y memoria.
- *Evaluación neurológica*: Examen clínico y neurológico para descartar problemas de este tipo.

Escenario

Todos los estudios se realizaron en el Laboratorio de Neurometría de la FES-Iztacala. Los PRE se registraron dentro de una cámara sonoamortiguada donde se encuentra el equipo de registro NeuroScan.

Paradigma para obtener el componente P600

Se presentaron 100 oraciones palabra a palabra, cada oración contenía de 5 a 6 palabras. La mitad de las oraciones presentaron una violación de concordancia de número sujeto-verbo (oraciones con violación sintáctica) y la otra mitad eran sintácticamente correctas (oraciones sintácticamente correctas).

La concordancia es un fenómeno sintáctico mediante el cual una palabra ejerce influencia formal sobre otras para que tomen las marcas de persona, género y número.

Dentro de la oración, la concordancia se establece entre el sujeto y el verbo en forma directa. Ejemplo de concordancia correcta: "Los textos *deben* poseer más de cien líneas", ejemplo de concordancia incorrecta: "Los textos *debe* poseer más de cien líneas".

De los diferentes tipos de violaciones sintácticas que provocan el componente P600/SP5, en este estudio se utilizó la violación de concordancia de número sujeto-verbo dentro de una oración, ya que de acuerdo a Hagoort et al. (1993) y Osterhout y Mobley (1995) este tipo de violación se detecta más fácilmente que otros tipos, además de que consideramos que es un tipo de violación sencilla que pueden comprender los niños.

Para homogeneizar la violación de concordancia, se utilizó solamente la sustitución de la tercera persona del singular por la primera del plural (p. e. "Jaime *vemos* un programa de televisión"). Las oraciones eran simples en forma y contenido y se construyeron usando un diccionario lexicográfico desarrollado en el Colegio de México (Ávila, 1993) que incorpora las palabras de mayor frecuencia de uso por niños mexicanos a lo largo de todo el país. Las oraciones se probaron en un grupo de niños que provenían de escuelas primarias públicas y que tenían características similares a los que participaron en este estudio.

Las palabras se presentaron al centro de un monitor de computadora, con letras blancas en un fondo negro.

Ambos tipos de oraciones se ordenaron de forma pseudoaleatoria con la restricción de que no se presentaran más de 3 oraciones controles o 3 anómalas seguidas.

Las oraciones se presentaron en 7 bloques de 15 oraciones cada uno, entre cada bloque hubo una pausa con la finalidad de dar descansos breves al niño durante la prueba.

Las palabras duraron 1 s en pantalla y tuvieron un SOA (asincronía de inicio de estímulo) de 1.5 s.

Al término de cada oración se presentaron unos signos de interrogación, para que el niño hiciera un juicio sobre si la oración era sintácticamente correcta o incorrecta. Después de

los signos de interrogación, se presentó una pantalla negra (con duración de 3 s) para que posteriormente comenzara la siguiente oración.

Procedimiento

Después de familiarizar a los niños con el laboratorio -al cual ya habían asistido en ocasiones anteriores- se les explicaba que su tarea consistía en leer oraciones -presentadas palabra a palabra- sobre las que tenía que decidir “si estaban bien o mal”, oprimiendo con la mano derecha un botón diferente del mouse en cada caso (izquierdo para la oración correcta y derecho para la que tenía violación sintáctica). Se registraron los tiempos de reacción para cada oración.

Al inicio de la sesión se realizó un entrenamiento con cinco oraciones parecidas a las del estudio. Por otra parte, se acordaba con los niños que debían hacer su mejor esfuerzo para no equivocarse y que éste sería premiado con dinero al final de la sesión.

Los niños estuvieron sentados frente a la computadora, en una silla cómoda que se encontraba en un cuarto sonoamortiguado, a 70 cm de la pantalla con un ángulo visual de 0.8 °.

Registro de los PRE

Tanto la estimulación como el registro de los PRE se realizaron con un equipo NeuroScan. El ancho de banda de los amplificadores fue de 0.3 a 40 Hz, con un factor de ganancia de 1000x.

El intervalo de muestreo del EEG fue de 5 ms, y se tomó una época (segmento de EEG sincronizado con el estímulo) de 1180 ms con un tiempo preestímulo de 100 ms.

Los PRE se registraron con una gorra “Electrocap” con electrodos de plata/cloruro de plata colocados de acuerdo al Sistema Internacional 10-20 en los sitios: Fp1, Fp2, F3, F4,

C3, C4, P3, P4, O1, O2, F7, F8, T3, T4, T5, T6, Fz, Cz, Pz. Se utilizaron como referencia los lóbulos auriculares (A1 y A2) cortocircuitados. La impedancia de los electrodos estuvo por debajo de $5\text{ k}\Omega$. Se registró el electrooculograma (EOG) para el rechazo de los artefactos producidos por el movimiento ocular, los electrodos del EOG se colocaron en el canto externo y en el borde supraorbitario del ojo izquierdo.

Se registró el PRE al verbo y a la palabra final de cada oración mientras el niño realizaba la tarea de lectura de las oraciones ya descrita.

El electroencefalograma se editó en forma automática y posteriormente visual para rechazar los segmentos artefactados. Se rechazaron los segmentos que tuvieron una actividad por arriba de $\pm 60\ \mu\text{V}$. Los PRE se promediaron de forma individual para cada sujeto y para cada tipo de oración. El promedio de segmentos utilizado para cada tipo de oración para efectuar los promedios de los potenciales por niño fue de 25.

Análisis de datos

Conductuales

La diferencia entre grupos con respecto a las siguientes variables: edad, coeficiente intelectual total, verbal y ejecutivo, y niveles del TALE (velocidad, aciertos y comprensión) se evaluó con un ANOVA. Mientras que la diferencia entre grupos en la variable de grado escolar se evaluó con la prueba U de Mann-Whitney.

Para evaluar estadísticamente las diferencias entre los grupos en las puntuaciones de la BNTAL se aplicó un MANCOVA (CI como covariable) para observar el efecto conjugado de las subpruebas que comprenden a cada una de las pruebas escogidas que se relacionan con la lectura (Tabla 2). Con este efecto conjugado se comparó a los grupos.

Tabla 2. Pruebas de la BNTAL que evalúan la lectura

| |
|--|
| PRUEBA |
| <i>SUBPRUEBA</i> |
| PROCESAMIENTO FONOLÓGICO |
| <i>Denominación Serial Rápida de Dígitos (Tiempo)</i> |
| <i>Denominación Serial Rápida de Letras (Tiempo)</i> |
| <i>Denominación Serial Rápida de Colores (Tiempo)</i> |
| <i>Denominación Serial Rápida de Figuras (Tiempo)</i> |
| <i>Denominación Serial Rápida (Errores)</i> |
| DENOMINACIÓN Y VOCABULARIO RECEPTIVO |
| <i>Denominación –Boston- (Aciertos)</i> |
| <i>Vocabulario Receptivo –Peabody- (Aciertos)</i> |
| LECTURA |
| <i>Velocidad de Lectura de Palabras Frecuentes (Tiempo)</i> |
| <i>Velocidad de Lectura de Palabras no Frecuentes (Tiempo)</i> |
| <i>Velocidad de Lectura de Pseudopalabras (Tiempo)</i> |
| <i>Velocidad de Lectura de Pseudopalabras homófonas (Tiempo)</i> |
| <i>Lectura de Palabras (Aciertos)</i> |
| <i>Comprensión de textos escritos (Aciertos)</i> |
| <i>Decisión Léxica (Tiempo)</i> |
| <i>Decisión Léxica (Errores)</i> |
| GRAMÁTICA |
| <i>Detección de inconcordancias gramaticales en oraciones (Aciertos)</i> |
| <i>Construcción de enunciados (Aciertos)</i> |
| ABSTRACCIÓN |
| <i>Sinónimos (Aciertos)</i> |
| <i>Analogías (Aciertos)</i> |
| PRUEBAS DE COMPRESIÓN |
| <i>Comprensión de órdenes en forma oral (Aciertos)</i> |
| <i>Comprensión de órdenes escritos (Aciertos)</i> |
| <i>Comprensión de textos en forma oral (Aciertos)</i> |

Tiempo de reacción y porcentaje de respuestas correctas para ambos tipos de oraciones

Se usó un ANOVA para comparar entre los grupos los tiempos de reacción (TR) y el porcentaje de respuestas correctas para las oraciones sintácticamente correctas y con violación sintáctica a las que se registraron los PRE.

Electrofisiológicos

P600: Dado que el componente P600 es de larga duración (500-1100 ms), se calculó la amplitud promedio de los PRE -respecto a la línea basal preestímulo- al verbo de cada oración para las dos condiciones en 19 derivaciones, en dos ventanas de latencia. Las ventanas comprendieron las siguientes latencias: de 500 a 800 ms y de 800 a 1100 ms.

Latencia de P600: Como el componente P600 presenta varios picos resulta difícil evaluar el pico de mayor amplitud, por lo que se decidió utilizar la técnica de filtrado propuesta por Kutas (1997). Esta técnica se basa en la medición de la duración del componente lento que se va a filtrar; el límite del filtro pasa-bajas que se usa es el inverso de la duración en milisegundos del componente a filtrar, mientras que el filtro pasa-altas es el que se usa durante el registro. Por lo tanto, en este estudio P600 se filtró de 0.3 a 2 Hz (ya que P600 tiene una duración aproximada de 500 ms). En el potencial filtrado se aprecia claramente el componente P600 y del pico máximo de este potencial filtrado se puede tener un estimado de la latencia real de P600 (Fig. 9). Se exploraron las medidas de latencia utilizando solamente las derivaciones de la línea media (Fz, Cz, Pz) sólo para la segunda ventana de análisis de P600 (800 – 1100 ms).

N400: Para evaluar el componente N400 se calculó la amplitud promedio de los PRE respecto a la línea basal estímulo a la última palabra de las oraciones, para las dos condiciones en 19 derivaciones, en la ventana de 350-450 ms.

Latencia de N400: La latencia de este componente se evaluó en su pico de máxima amplitud; las mediciones se hicieron en los potenciales de cada niño en las dos condiciones solamente en las derivaciones de la línea media.

Tanto para P600 como para N400, el análisis estadístico de las dos condiciones (oración sintácticamente correcta y oración con violación sintáctica) en cada grupo se hizo mediante el ANOVA-RM, aplicando la corrección de Greenhouse en los casos apropiados.

El análisis estadístico estuvo orientado a evaluar las diferencias en el procesamiento de las dos condiciones (oración con violación sintáctica vs. oración sintácticamente correcta)

en cada grupo por separado, este es el efecto de condición. También se compararon los grupos en cada una de las condiciones (p. e. oración con violación sintáctica –grupo control- vs. oración con violación sintáctica –grupo TL-), este es el efecto de grupo.

Efecto condición

Para cada grupo por separado se evaluó la diferencia de amplitud promedio de la P600 en ambos tipos de oraciones y en las dos ventanas de latencia mencionadas, con un ANOVA-RM de tres factores: condición (oraciones sintácticamente correctas y oraciones con violación sintáctica), colocación de electrodos anteroposterior: Frontal (F3, Fz, F4), Central (C3, Cz, C4) y Parietal (P3, Pz, P4) y colocación de electrodos coronal: Lateral izquierdo (F3, C3, P3), Línea media (Fz, Cz, Pz) y Lateral derecho (F4, C4, P4). Se escogieron sólo estos electrodos ya que se ha reportado que la P600 tiene una distribución centro-parietal.

Efecto de grupo

La comparación entre grupos de la amplitud de P600 para cada tipo de oración, se evaluó con un ANCOVA-RM de 3 factores (usando el CI total como covariable): grupo, y la colocación de los electrodos antero-posterior y coronal.

Los efectos condición y grupo para el componente N400 se evaluaron en los mismos electrodos y de la misma forma que para el componente P600.

Para evaluar el efecto de grupo en la topografía de la diferencia de amplitud de P600 entre ambos tipos de oraciones, se escalaron las amplitudes promedio de P600 para cada tipo de oración por separado en cada derivación, de acuerdo a la fórmula publicada por McCarthy y Wood (1985). Se realizó la diferencia de las puntuaciones escaladas (p. e. valor escalado de P600 de oración con violación sintáctica – valor escalado de P600 de oración sintácticamente correcta) y a esta diferencia se le aplicó un ANCOVA-RM (usando CI como covariable) de 3 factores: grupo, colocación de electrodos antero-posterior y coronal.

Efecto hemisferio

Para evaluar en qué hemisferio se presenta mayor diferencia de amplitud de P600 entre ambos tipos de oraciones (p. e. valor escalado de P600 de oración con violación sintáctica – valor escalado de P600 de oración sintácticamente correcta) y probar si existían diferencias de grupo, se usaron las diferencias entre ambos tipos de oraciones de las amplitudes escaladas de P600 de las derivaciones homólogas izquierdas y derechas para efectuar un ANCOVA-RM (usando CI como covariable) de 2 factores: hemisferio (F3, C3, P3 vs. F4, C4, P4) x electrodo.

Análisis de latencia

Para evaluar las diferencias en la latencia de la máxima amplitud de P600 entre los grupos en las derivaciones de la línea media, se hizo un ANCOVA-RM (usando CI como covariable) de 2 factores: grupo x electrodos.

Lo mismo se hizo para evaluar las diferencias topográficas, hemisféricas y de latencia entre los grupos para el componente N400.

RESULTADOS

Conductuales

Diferencias entre grupos en las variables: edad, grado escolar, número de veces en que han reprobado, coeficiente intelectual (total, verbal y ejecutivo) y TALE (nivel de velocidad de lectura, aciertos de lectura y comprensión):

No se encontraron diferencias significativas entre los grupos ni en edad ($F(1, 28) = 0.35$, $p = .56$) ni en el grado escolar que cursaban ($U = 90.5$, $p = .37$).

En cambio, en relación con el número de veces en que los niños habían reprobado grados, hay diferencias entre los grupos, pues en el grupo de los TL hubo varios niños ($N = 11$) que reprobaron 1 ó 2 grados, mientras que en el grupo control ninguno había reprobado grados.

En las puntuaciones del coeficiente intelectual también se encontraron diferencias significativas entre los grupos. Los niños del grupo control tuvieron un coeficiente intelectual total mayor ($\bar{x} = 108.7$) que los niños con TL ($\bar{x} = 94.4$) ($F(1, 27) = 10.73$, $p = .00$), también presentaron un coeficiente intelectual verbal mayor ($\bar{x} = 109.7$) que los niños con TL ($\bar{x} = 94.2$) ($F(1, 27) = 9.88$, $p = .00$). La misma tendencia se observó en las puntuaciones del coeficiente intelectual ejecutivo ($F(1, 27) = 3.72$, $p = .06$) con el grupo control ($\bar{x} = 104.5$) y el grupo de niños TL ($\bar{x} = 95.8$).

De acuerdo a los niveles de velocidad de lectura, aciertos de lectura y comprensión de lectura obtenidos por los niños en el TALE, para el análisis estadístico, se decidió poner un 0 a las puntuaciones que estaban en el nivel adecuado dada la edad del niño y su grado escolar, y un 1 a las puntuaciones por debajo de dicho nivel (Tabla 3), por ejemplo, en velocidad de lectura se observa que 14 niños con TL presentan puntuaciones por debajo de su nivel. En las puntuaciones del TALE se observaron diferencias significativas entre los grupos, en las tres tareas: velocidad ($F(1, 26) = 169$, $p = .00$), aciertos ($F(1, 26) = 13$, $p = .00$) y comprensión ($F(1, 26) = 42.5$, $p = .00$), siendo el grupo de niños control los que presentaron mejores puntuaciones.

Tabla 3. Clasificación de las puntuaciones del TALE

| GRUPO | TALE (Velocidad) | | TALE (Aciertos) | | TALE (Comprensión) | |
|---------|---------------------|--------|--------------------|-------|-----------------------|--------|
| | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| CONTROL | N = 14 | N = 0 | N = 14 | N = 0 | N = 12 | N = 2 |
| TL | N = 0 | N = 14 | N = 7 | N = 7 | N = 1 | N = 13 |

0 = puntuaciones que se esperan para su edad

1 = puntuaciones por debajo de lo esperado para su edad

Batería Neuropsicológica

En el Anexo se pueden ver el promedio de los perfiles por grupo y edad, observándose que en los perfiles de los niños con TL hay puntuaciones menores o iguales al percentil 30.

Para evaluar las diferencias entre los dos grupos (control y TL) en cada prueba se aplicó un MANCOVA (usando el CI como covariable) (ver Tabla 4)

Tabla 4. MANCOVA por cada tarea de la BNTAL para comparar a los grupos

| PRUEBA | F | Grados de libertad | p = |
|---|-------|--------------------|-----|
| PROCESAMIENTO FONOLÓGICO | 6.51 | (1, 26) | .02 |
| DENOMINACIÓN Y VOCABULARIO RECEPTIVO | 2.32 | (1, 26) | .14 |
| LECTURA | 13.18 | (1, 26) | .00 |
| GRAMÁTICA | 7.64 | (1, 26) | .01 |
| ABSTRACCIÓN | 7.95 | (1, 25) | .01 |
| PRUEBAS DE COMPRENSIÓN | 2.79 | (1, 26) | .11 |

Se observa que la prueba que mejor diferencia a los grupos es la de LECTURA siguiéndole las de ABSTRACCIÓN, GRAMÁTICA y PROCESAMIENTO FONOLÓGICO.

Tiempo de reacción y porcentaje de respuestas correctas a las oraciones empleadas en los registros de PRE

En las oraciones sintácticamente correctas se encontraron diferencias entre los grupos en el tiempo de reacción. Para este tipo de oraciones, los tiempos de reacción del grupo con TL fueron más grandes que los del grupo control ($F(1, 28) = 4.22, p = .04$) (\bar{x} grupo control = 0.66 s, \bar{x} grupo TL = 0.87 s), además el grupo con TL mostró la tendencia a más errores, aunque no llegó a ser estadísticamente significativa ($F(1, 28) = 2.62, p = .11$) (\bar{x} del

grupo control = 80% de respuestas correctas, \bar{x} del grupo TL = 75% de respuestas correctas).

Para las oraciones que contenían violación sintáctica, se encontraron diferencias en la precisión de respuesta entre los dos grupos. A diferencia del grupo control, los niños con TL cometieron más errores al clasificar las oraciones ($F(1,28) = 4.29, p = .04$) (\bar{x} del grupo control = 90% de respuestas correctas, \bar{x} del grupo TL = 77% de respuestas correctas), también se observó una tendencia del grupo con TL para mayor tiempos de reacción que el grupo control ($F(1,28) = 3.01, p = .09$) (\bar{x} del grupo control = 0.67 s, \bar{x} del grupo TL = 0.85 s).

Medidas electrofisiológicas

Descripción de los PRE

Las Figs. 2 y 4 ilustran los grandes promedios de los PRE para los dos tipos de oraciones y para ambos grupos en 9 derivaciones del Sistema Internacional 10-20. En las regiones anteriores se observa el complejo N1-P2. La negatividad temprana (N150) tiene su máxima amplitud entre los 100 y los 170 ms y es seguida por una robusta onda positiva (P200) que tiene su máximo entre los 200 y 300 ms. Después de esta positividad se observa una negatividad con un máximo alrededor de los 300-450 ms. En las regiones posteriores, la morfología de los PRE es diferente que en las zonas anteriores, pues primero se observa una gran positividad con un máximo entre los 100 y 180 ms (P150) que es seguida por una gran negatividad. Adicionalmente, se puede observar una positividad la cual tiene su máximo entre los 250 y 360 ms, llamada P250 occipital. Finalmente, en sitios frontales y centrales se observa una variación (shift) positiva, que inicia alrededor de los 500 ms y tiene una amplitud máxima entre los 800 y 1100 ms.

P600**Efecto de condición***Grupo control*

En este grupo, en ambos tipos de oraciones, se observa una variación positiva (shift) que inicia alrededor de los 550 ms (Fig. 2). Como se mencionó anteriormente, se hicieron análisis en dos ventanas de latencia: la primera de 500 a 800 ms y la segunda de 800 a 1100 ms.

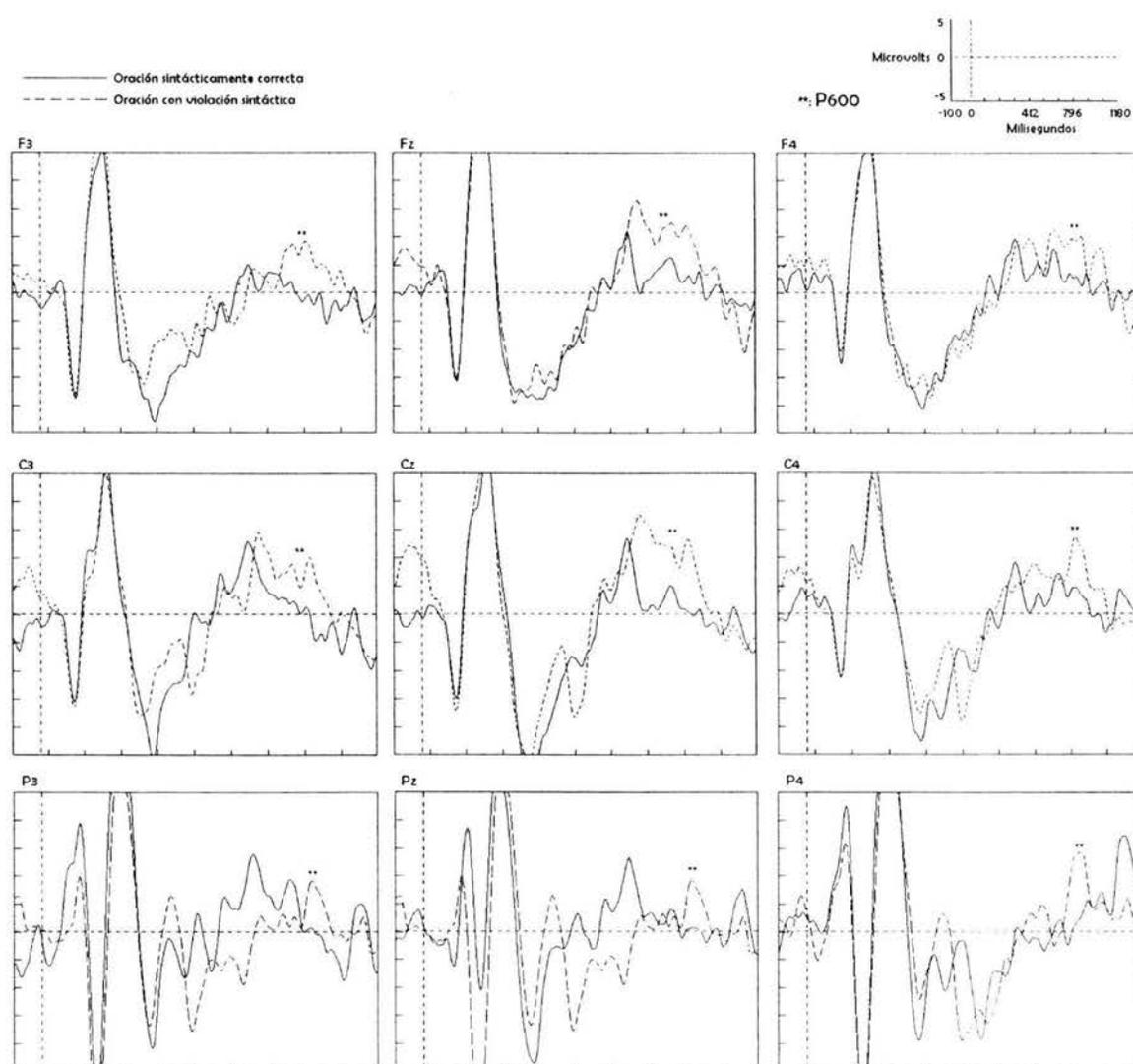


Fig. 2 Gran promedio de los PRE del grupo control para ambos tipos de oraciones (sintácticamente correctas y con violación sintáctica)

En la primera ventana (500 a 800 ms), la diferencia de amplitud entre las oraciones sintácticamente correctas y las oraciones con violación sintáctica no fue significativa (\bar{x} de oraciones sintácticamente correctas = $-0.154 \mu\text{V}$; \bar{x} de oraciones con violación sintáctica = $-0.420 \mu\text{V}$) ($F(1, 14) = 0.30, p = .59$). Sin embargo, en la segunda ventana (800 a 1100 ms), la respuesta a las oraciones con violación sintáctica, tuvo mayor amplitud con respecto a las oraciones sintácticamente correctas (\bar{x} de oraciones sintácticamente correctas = $0.195 \mu\text{V}$; \bar{x} de oraciones con violación sintáctica = $1.048 \mu\text{V}$) ($F(1, 14) = 10.09, p = .00$) (Fig. 2 y 3).

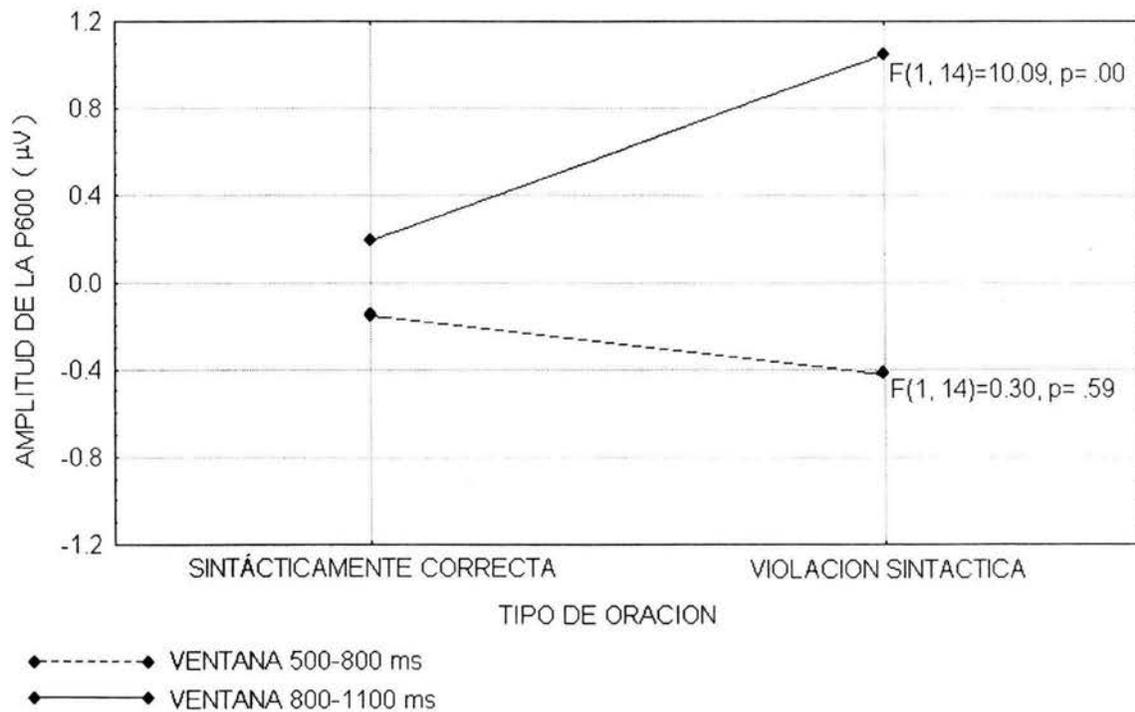


Fig. 3 Medias de amplitud del componente P600 de ambos tipos de oraciones para el grupo control.

Grupo TL

Al igual que en el grupo control, en el gran promedio de los PRE se observa una variación positiva (shift) con un inicio de latencia alrededor de los 550 ms, pero no tiene las mismas características que la del grupo control, ya que los niños con TL no presentaron una mayor amplitud de la P600 para las oraciones que contienen violación sintáctica en comparación con las oraciones sintácticamente correctas, sino un PRE semejante para ambos tipos de oraciones (Fig. 4)

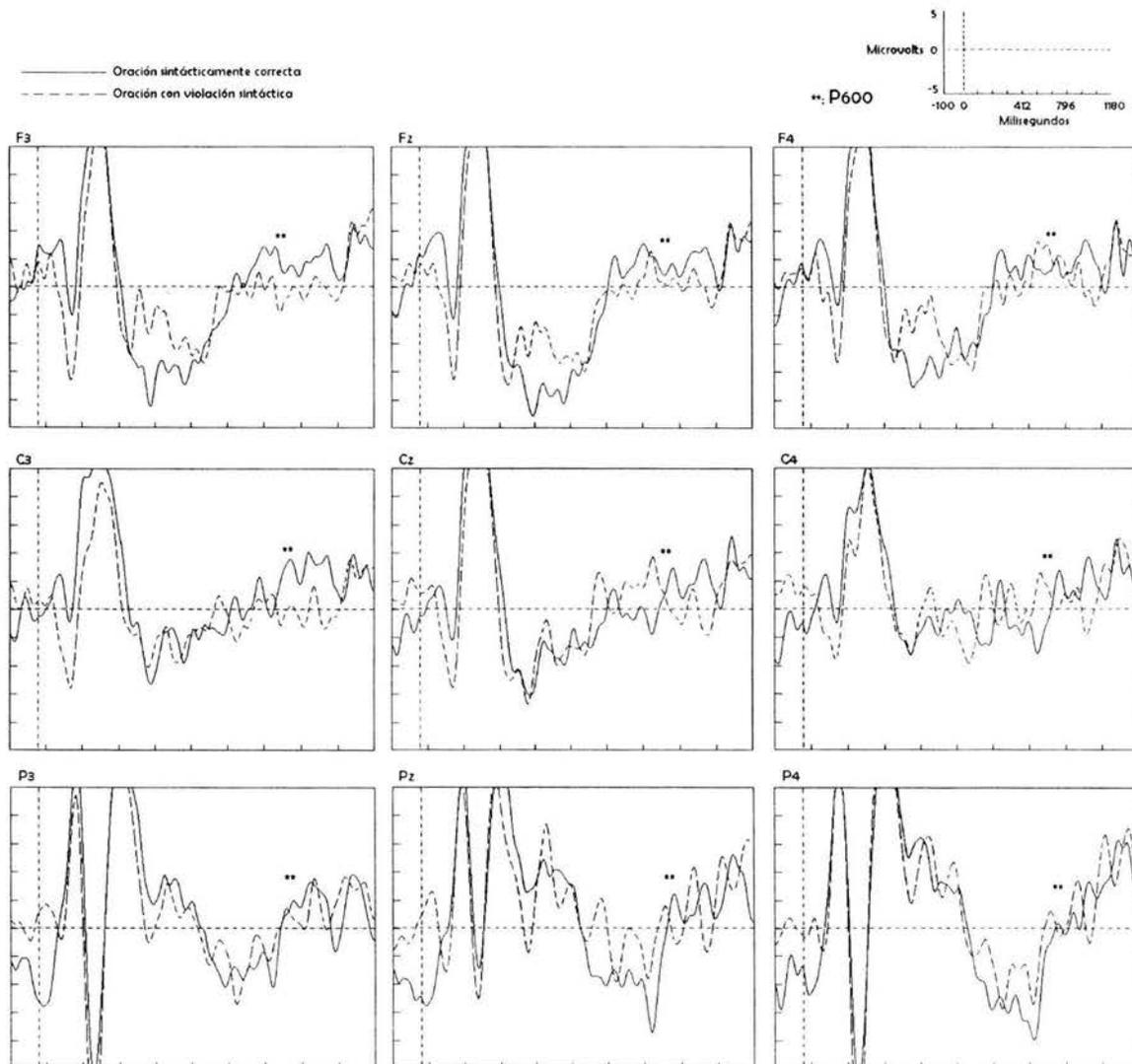


Fig. 4 Gran promedio de los PRE del grupo con TL para ambos tipos de oraciones (sintácticamente correctas y con violación sintáctica).

Este grupo mostró respuestas similares para ambos tipos de oraciones en las dos ventanas de análisis: 500 a 800 ms (\bar{x} de oraciones sintácticamente correctas = $-0.941 \mu\text{V}$; \bar{x} de oraciones con violación sintáctica = $-0.642 \mu\text{V}$) ($F(1, 14) = 0.26, p = .61$) y de 800 a 1100 ms (\bar{x} de oraciones sintácticamente correctas = $0.458 \mu\text{V}$; \bar{x} de oraciones con violación sintáctica = $0.269 \mu\text{V}$) ($F(1, 14) = 0.38, p = .54$) (Figs. 4 y 5).

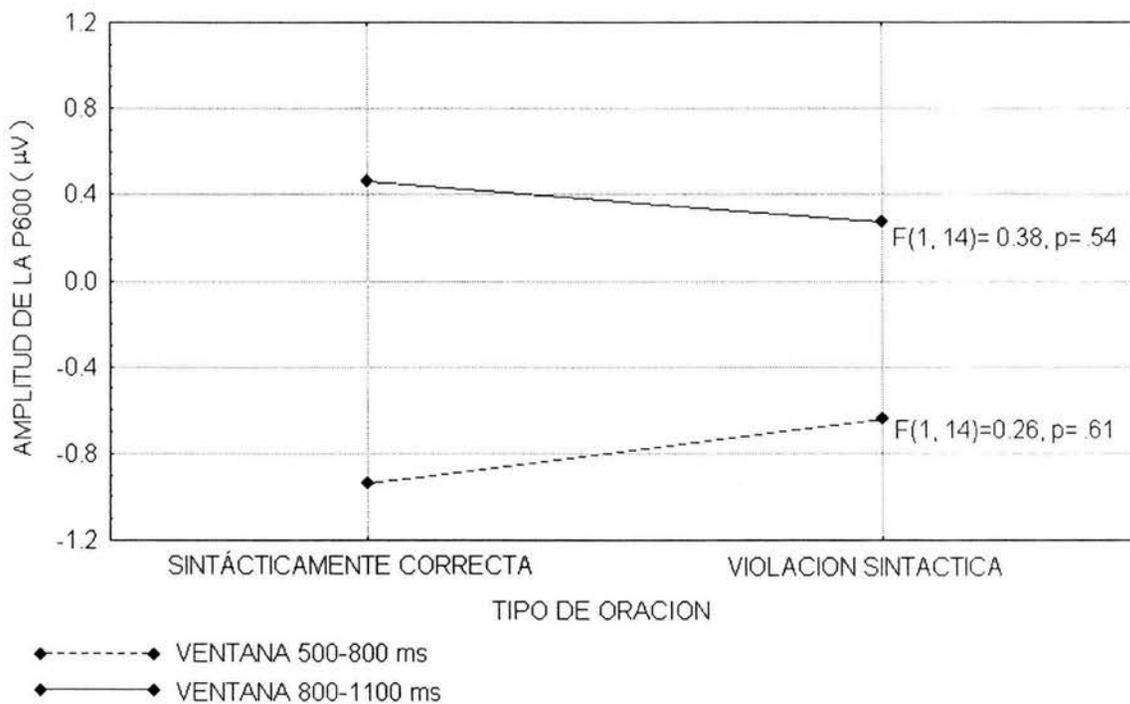


Fig. 5 Medias de amplitud del componente P600 de ambos tipos de oraciones para el grupo con TL.

Efecto de grupo

Las diferencias en los PRE entre los grupos se pueden observar en las Figs. 6 y 7, en donde se muestran las comparaciones intergrupales de los PRE para las oraciones sintácticamente correctas y con violación sintáctica.

Oraciones sintácticamente correctas: para este tipo de oraciones, se encontró un efecto general significativo en la primera ventana de análisis –efecto grupo–, donde el grupo control mostró mayor positividad que el grupo con TL (\bar{x} de grupo control = $-0.154 \mu\text{V}$; \bar{x} de grupo TL = $-0.941 \mu\text{V}$) ($F(1,26) = 6.12, p = .02$). Para la segunda ventana de análisis no hubo diferencia significativa entre los grupos (\bar{x} de grupo control = $0.195 \mu\text{V}$; \bar{x} de grupo TL = $0.458 \mu\text{V}$) ($F(1, 26) = 0.00, p = .96$) (Fig. 6 y 8).

Oraciones con violación sintáctica: para este tipo de oraciones no hubo diferencias intergrupales en la primera ventana de análisis (500 a 800 ms) (\bar{x} de grupo control = $-0.420 \mu\text{V}$; \bar{x} de grupo TL = $-0.642 \mu\text{V}$) ($F(1, 26) = 0.00, p = .96$); en cambio, en la segunda ventana de análisis (800 a 1100 ms), se encontró mayor amplitud de P600 del grupo control con respecto al grupo con TL (\bar{x} de grupo control = $1.048 \mu\text{V}$; \bar{x} de grupo TL = $0.269 \mu\text{V}$). Efecto principal de grupo ($F(1, 26) = 9.38, p = .005$) (Fig. 7 y 8). No se encontraron interacciones significativas.

En el análisis topográfico de la diferencia de amplitud de P600 entre ambos tipos de oraciones, usando las puntuaciones escaladas, solamente se encontró significativa la interacción Grupo X Antero-posterior, señalando una distribución de P600 diferente para ambos grupos, en derivaciones frontales (\bar{x} del grupo control = 0.003 , \bar{x} del grupo TL = -0.16) y centrales (\bar{x} del grupo control = 0.004 , \bar{x} del grupo TL = -0.16), en donde los niños del grupo control muestran mayor amplitud que los niños del grupo con TL (Greenhouse/Geisser: $\epsilon = .93, F(1.87, 50.4) = 3.37, p = .04$).

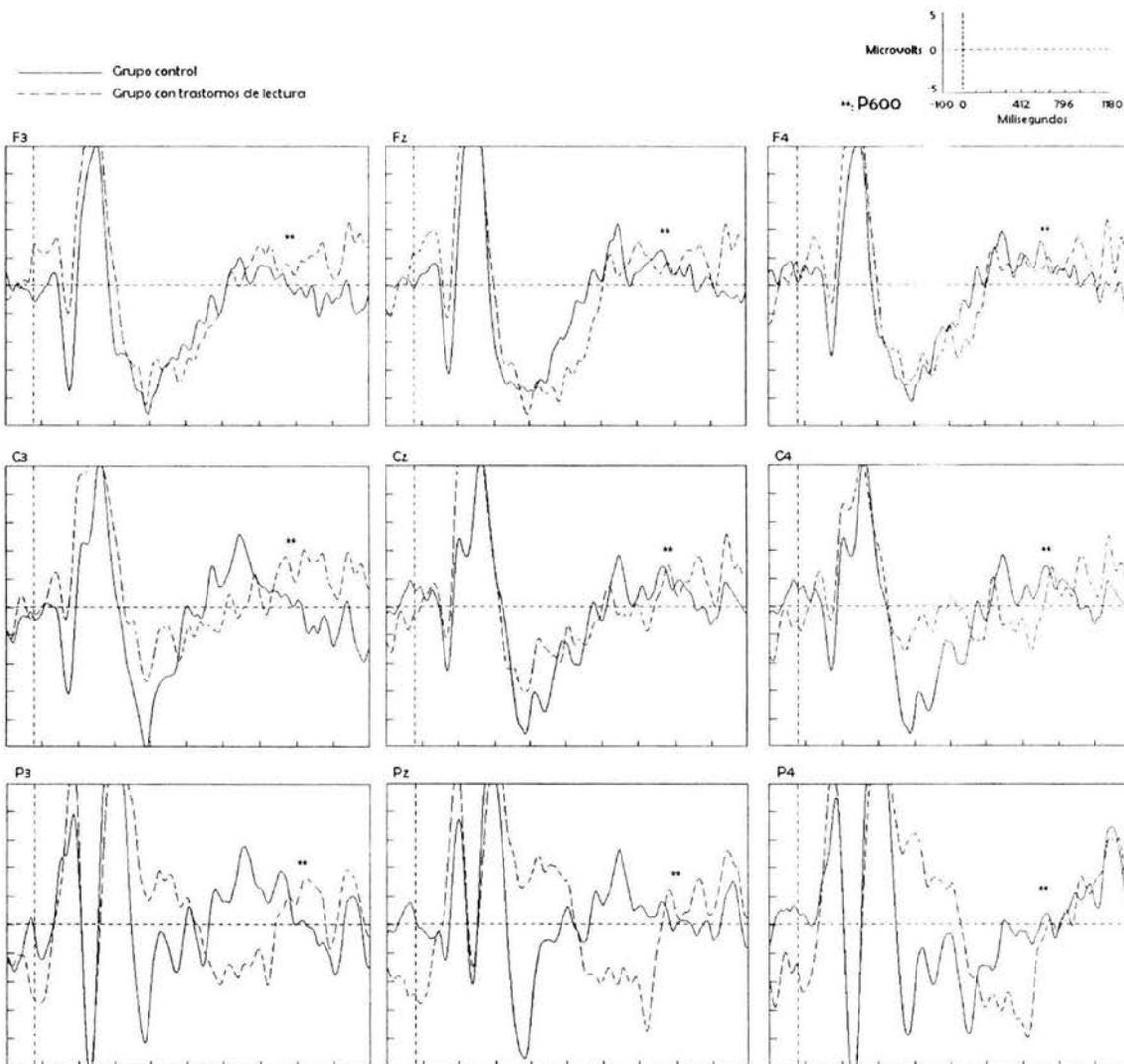


Fig. 6 Gran promedio de los PRE para las oraciones sintácticamente correctas en ambos grupos.

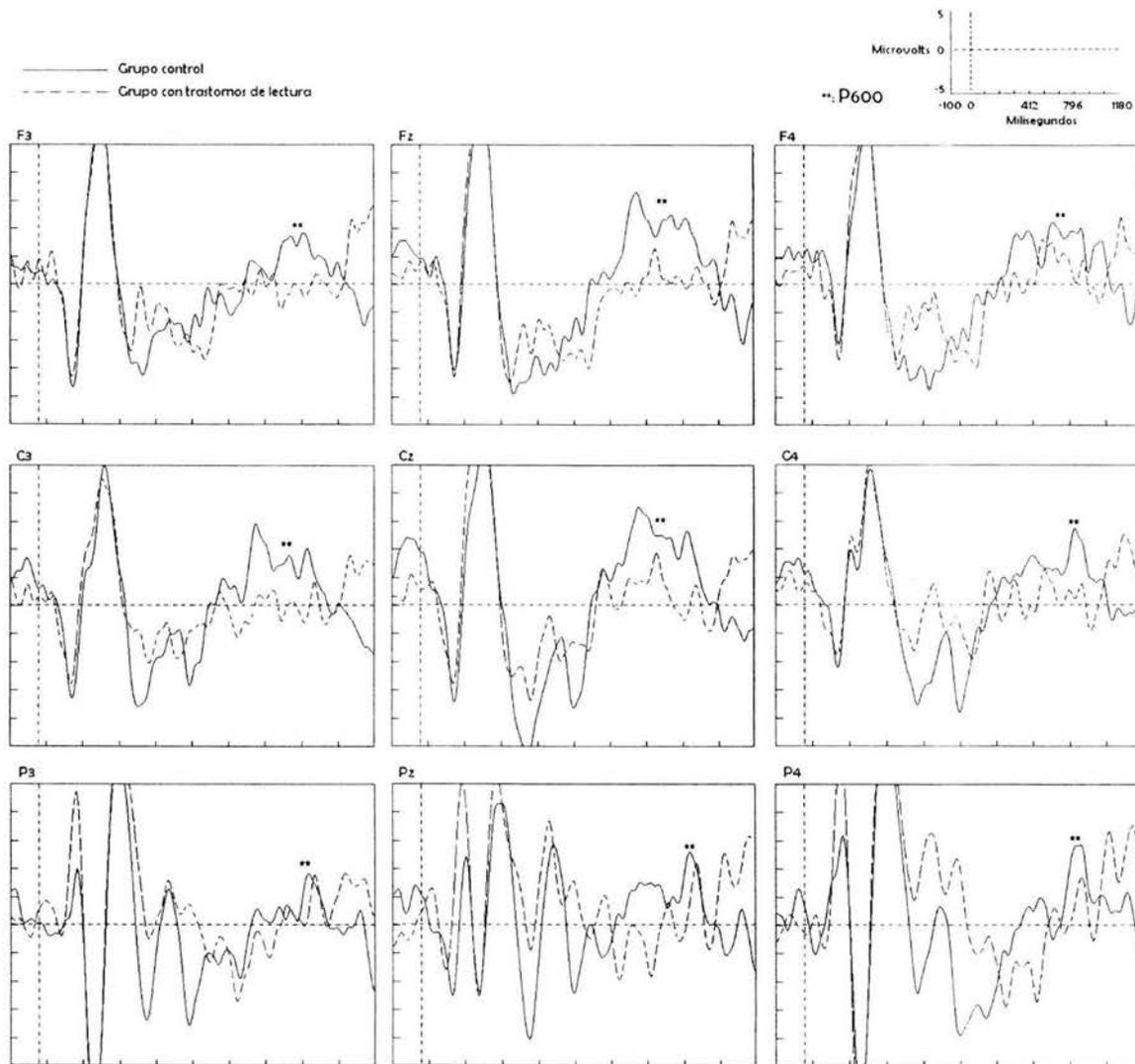


Fig. 7 Gran promedio de los PRE para las oraciones con violación sintáctica en ambos grupos.

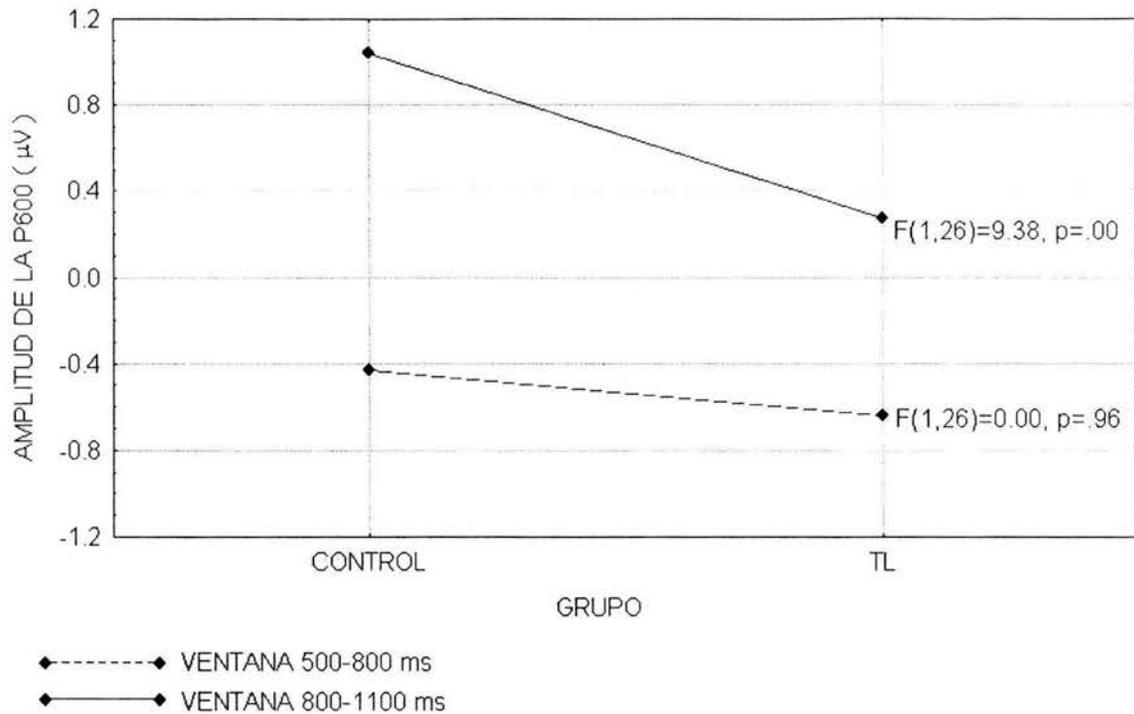


Fig. 8 Medias de amplitud de las oraciones con violación sintáctica en las dos ventanas de análisis (500-800 y 800-1100 ms) en ambos grupos.

Efecto hemisferio

Se encontró significativo el efecto hemisferio, señalando una distribución de la diferencia de amplitud de P600 entre ambos tipos de oraciones hacia el hemisferio derecho (\bar{x} de hemisferio izquierdo = -0.11; \bar{x} de hemisferio derecho = -0.05) ($F(1, 26) = 7.03, p = .01$). Sin embargo haciendo el análisis del efecto hemisferio en cada grupo, se observó que lo encontrado anteriormente, se debía a la distribución de las diferencias de P600 en el grupo TL, ya que en este último grupo fue significativo el efecto hemisferio con la diferencia de P600 lateralizada a la derecha (\bar{x} de hemisferio izquierdo = -0.18; \bar{x} de hemisferio derecho = -0.09) ($F(1, 14) = 14.26, p = .002$). En el grupo control, la diferencia de P600 no mostró lateralización, sino una distribución parecida en ambos hemisferios (\bar{x} de hemisferio izquierdo = -0.05; \bar{x} de hemisferio derecho = -0.005 μV) ($F(1, 14) = 1.22, p = .28$).

Análisis de latencia

En el análisis estadístico entre los grupos en la latencia en que el componente P600 presenta mayor amplitud en la segunda ventana de análisis, se encontraron diferencias en los dos tipos de oraciones. El grupo control presentó una menor latencia en comparación con el grupo TL en ambos tipos de oraciones: oraciones sintácticamente correctas (\bar{x} del grupo control = 776.2 ms; \bar{x} del grupo TL = 903.9 ms) ($F(1, 21) = 9.03$, $p = .006$) y oraciones con violación sintáctica (\bar{x} del grupo control = 823.2 ms; \bar{x} del grupo TL = 967.5 ms) ($F(1, 23) = 7.80$, $p = .01$). Este procedimiento se hizo para las derivaciones de la línea media, en la Figura 9 se ilustra el resultado para la derivación Cz.

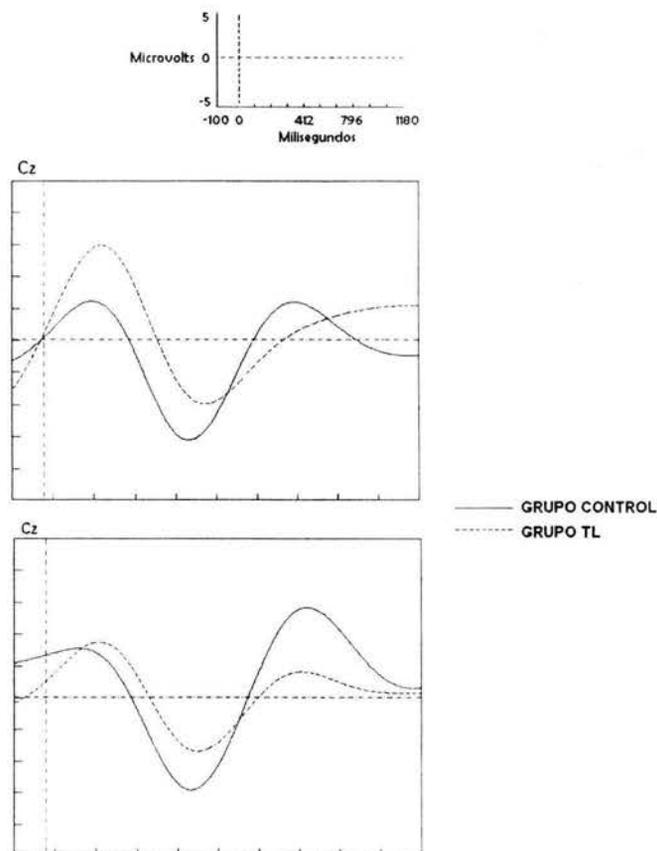


Fig. 9 En la parte superior se muestra el gran promedio de los potenciales filtrados del electrodo Cz para las oraciones sintácticamente correctas y en la parte inferior para las oraciones con violación sintáctica. Con estos potenciales filtrados se estimó la latencia.

N400 medida a la última palabra de la oración

Se analizaron los PRE a la última palabra de ambos tipos de oraciones para evaluar la comprensión semántica de las oraciones. Los potenciales se pueden ver en las Figs. 10 y 11.

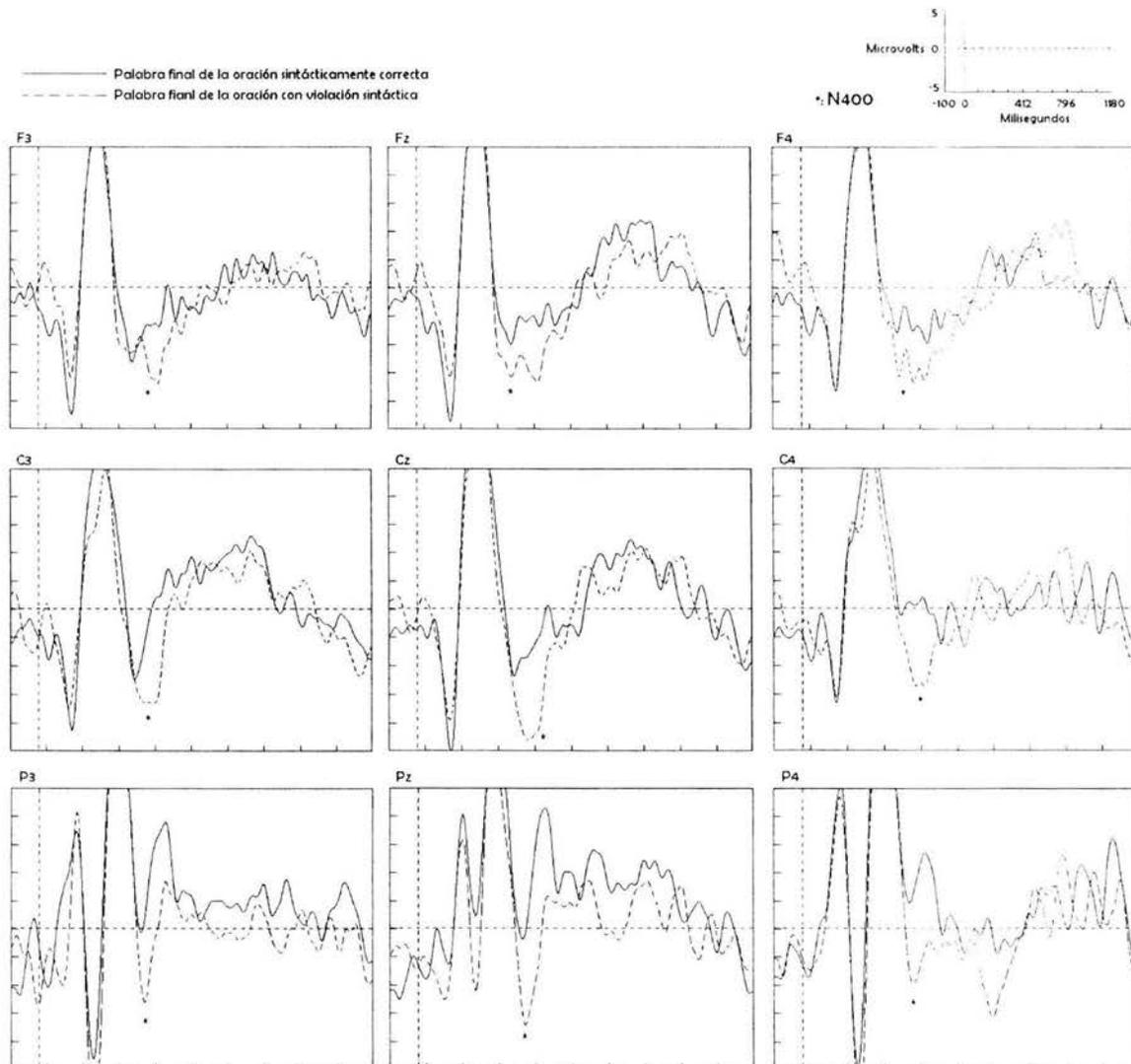


Fig. 10 Gran promedio de los PRE del grupo control para las palabras finales de las oraciones sintácticamente correctas y con violación sintáctica.

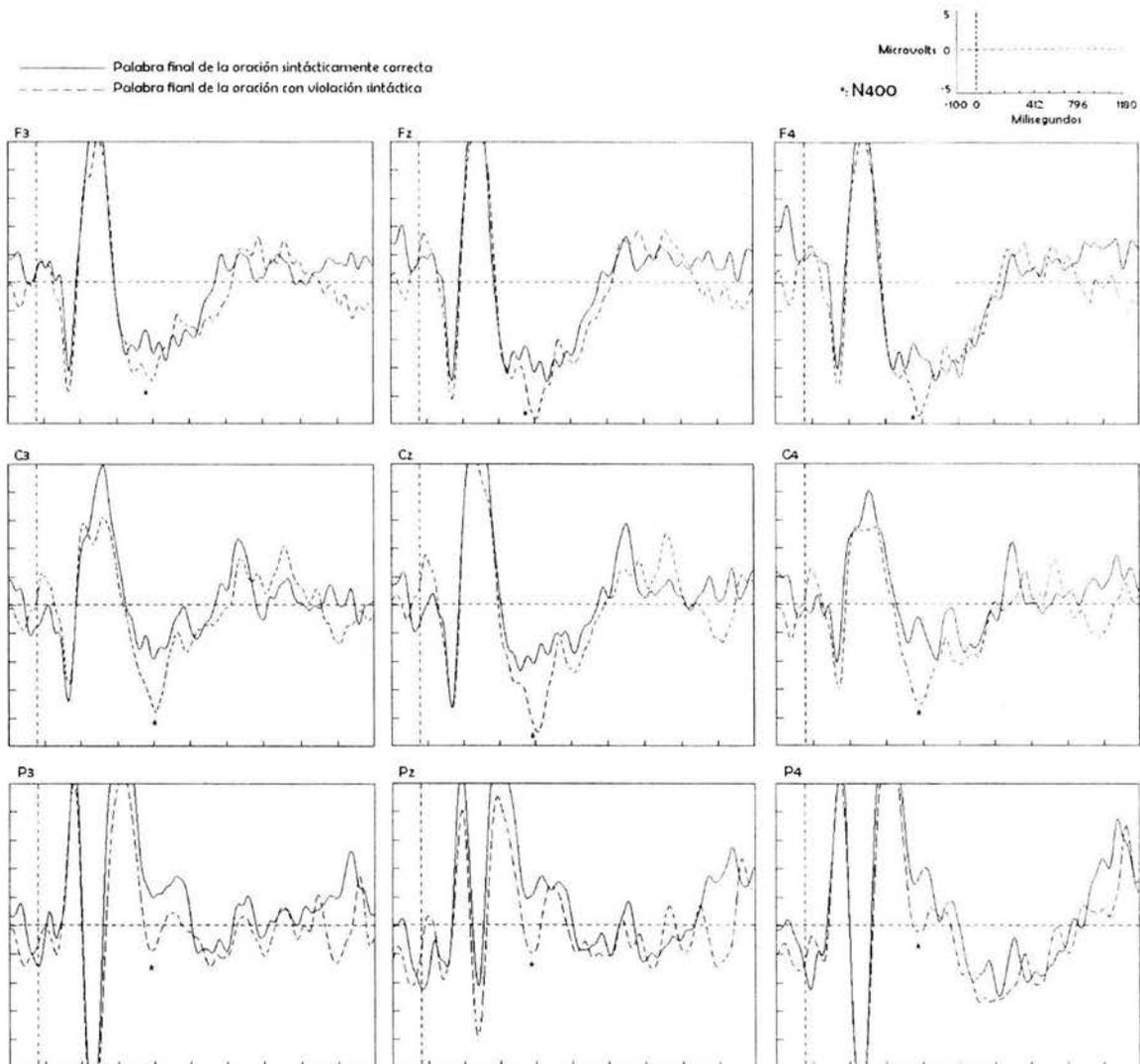


Fig. 11 Gran promedio de los PRE del grupo con TL para las palabras finales de las oraciones sintácticamente correctas y con violación sintáctica.

Efecto condición

Se encontró que en el grupo control había un efecto N400 estadísticamente significativo para la palabra final de las oraciones que presentaban la violación sintáctica en comparación con las palabras finales de las oraciones sintácticamente correctas (\bar{x} de oraciones sintácticamente correctas = $-0.13 \mu\text{V}$; \bar{x} de oraciones con violación sintáctica = $-2.43 \mu\text{V}$) ($F(1, 14) = 12.30, p = .00$), y aunque en el grupo con TL se observa la

misma tendencia, ésta no alcanzó a ser significativa (\bar{x} de oraciones sintácticamente correctas = $-0.80 \mu\text{V}$; \bar{x} de oraciones con violación sintáctica = $-2.29 \mu\text{V}$) ($F(1, 14) = 2.55$, $p = .14$) (Fig. 12).

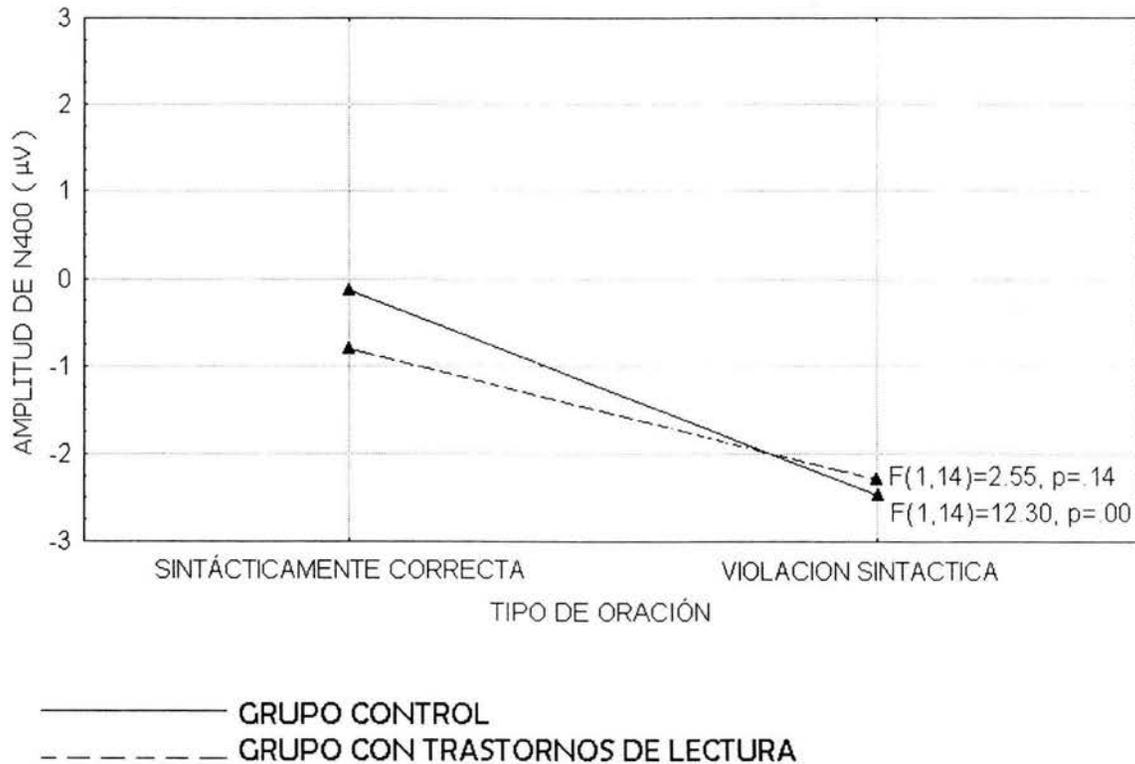


Fig. 12 Medias de amplitud del componente N400 para ambos grupos y para ambos tipos de oraciones.

Efecto grupo

Amplitud

Cuando se compararon los grupos no se encontraron diferencias significativas para la amplitud de N400 a la palabra final de ninguno de los tipos de oración: oración sintácticamente correcta ($F(1, 26) = 0.73$, $p = .40$) y oración con violación sintáctica ($F(1, 26) = 0.05$, $p = .81$).

Latencia

En el análisis estadístico para evaluar si había diferencia entre los grupos en la latencia de la máxima amplitud de la N400 en los dos tipos de oraciones, se encontró que para las oraciones sintácticamente correctas no hubo diferencias entre los grupos (\bar{x} del grupo control = 379.3 ms; \bar{x} del grupo TL = 396.5 ms) ($F(1, 26) = 1.02, p = .32$). En las oraciones con violación sintáctica se encontró que los niños del grupo control presentaron una latencia significativamente menor respecto a los niños con TL (\bar{x} del grupo control = 385.3 ms; \bar{x} del grupo TL = 406 ms) ($F(1, 26) = 3.98, p = .05$). Un ejemplo de las diferencias de latencia del componente N400 se puede ver en la Fig. 13.

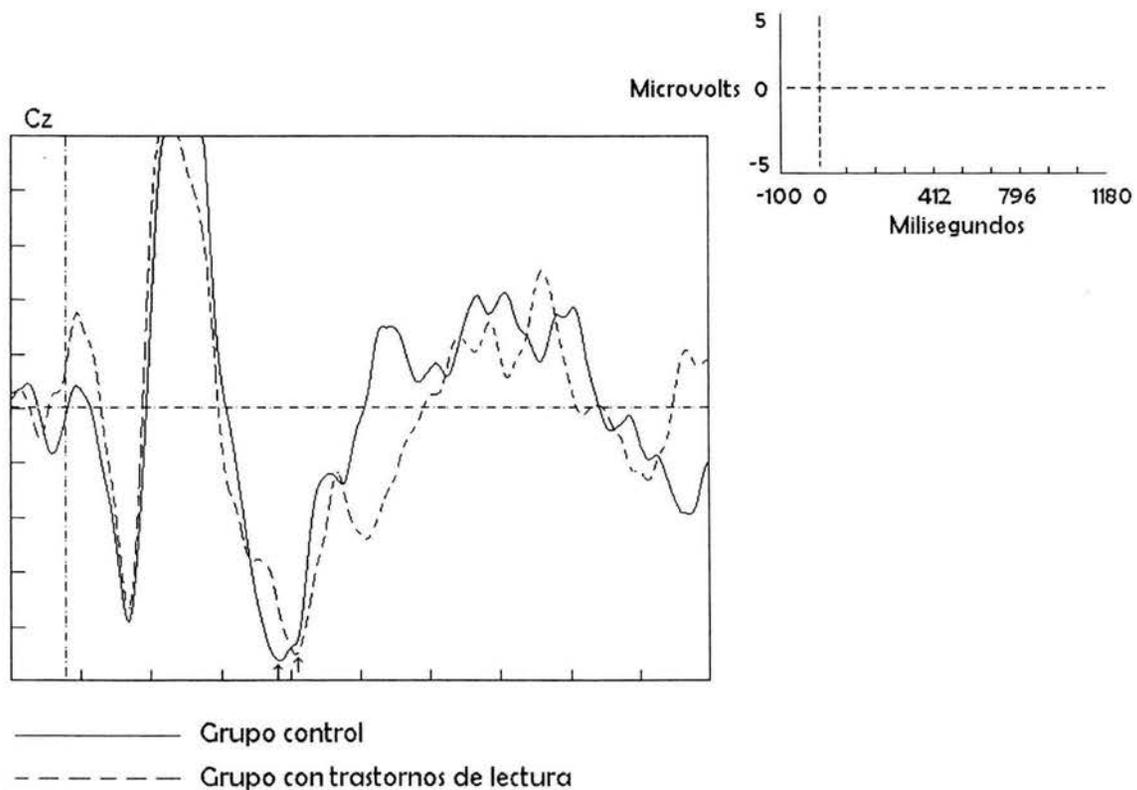


Fig. 13 Se muestra en el electrodo Cz la diferencia de latencia de N400 entre los grupos para las oraciones con violación sintáctica.

DISCUSIÓN

En diferentes estudios psicológicos y neuropsicológicos se ha reportado que los niños con TL tienen deficiencias en el procesamiento fonológico, acceso al léxico, procesamiento semántico y en el procesamiento sintáctico. Sin embargo, la mayoría de las investigaciones se han centrado en las deficiencias del procesamiento fonológico como el núcleo de todos los problemas de lectura que presentan los niños con TL, dejando a un lado el estudio de las deficiencias de los otros procesos, entre los que se encuentra la sintaxis.

Considero que el estudio de todas las deficiencias que presentan los niños con TL es importante, pues encontramos deficiencias en diferentes módulos en este grupo de niños. Por ejemplo en este trabajo se evidenciaron deficiencias sintácticas consistentes que se reflejan tanto en la ejecución en la BNTAL, como en las respuestas conductuales de tiempos de reacción y precisión a oraciones sintácticamente correctas y con violación sintáctica, y en la respuesta electrofisiológica P600.

De las puntuaciones obtenidas en la BNTAL, los resultados del análisis estadístico mostraron que los niños con TL presentan deficiencias en el procesamiento fonológico. Varios autores (Rayner & Pollatsek, 1989; Stanovich, 1988; Spear-Swerling & Sternberg, 1994; Mann, 1998; Wolf, Vellutino, & Gleason, 1999) mencionan que la *denominación de letras* (evaluada en Denominación Serial Rápida) que requiere la integración rápida del reconocimiento de letras o números, de las asociaciones ortografía-sonido, y de las habilidades fonológicas, es un potente predictor de la capacidad posterior de lectura, especialmente del reconocimiento de palabras. Estos autores han demostrado que una vez que el lector medio ha adquirido la lectura, su velocidad de denominación de las letras alcanza rápidamente niveles casi adultos de fluidez o automaticidad. Este hallazgo sugiere la influencia bidireccional de la lectura sobre la denominación. En el análisis global de las variables de la tarea de procesamiento fonológico, se observaron más errores y mayor tiempo de ejecución en los niños con TL, con lo que puede afirmarse que los niños que presentan TL no han alcanzado la automatización de tales habilidades.

También el grupo con TL presentó deficiencias en todas las subpruebas de lectura, entre las que se encuentran la velocidad de lectura de palabras, comprensión de textos y decisión léxica. Respecto a esto, en los modelos neuropsicológicos de la lectura, se asume que la lectura de diferentes tipos de palabras se procesa de forma distinta. En el caso de las palabras de uso frecuente, estas se leen con mayor velocidad, debido a que se tiene acceso directo vía un lexicón visual, mientras que para las palabras poco frecuentes o en las pseudopalabras se tiene que hacer uso complementario o total de una ruta de decodificación grafema-fonema, para acceder al significado o para leerlas en voz alta (Fig. 1) (Ellis & Young, 1992). Por lo anterior, se puede decir que los niños con TL presentan problemas de acceso al léxico, ya que Bernstein et al. (1999) señalan que cuando más compleja resulta la palabra, desde el punto de vista morfológico, existe más tardanza en su acceso al léxico y por lo tanto se incrementan los tiempos de reacción. Según el modelo de Spear-Swerling y Sternberg (1994) estos niños usan la estrategia fonológica de “las partes para llegar a un todo” aún en las palabras familiares, donde deberían utilizar una estrategia más analítica de la palabra total.

En el modelo de Spear-Swerling y Sternberg (1994), se señala que los niños que tienen dificultad para acceder en forma automática al reconocimiento de la palabra, presentan una mala ejecución en la lectura y por lo tanto en la comprensión, ya que la automatización en el reconocimiento de palabras permite una mejor comprensión de la lectura. Al adquirir la automatización, los niños pueden dedicar sus recursos mentales al entendimiento del significado del texto más que al reconocimiento de las palabras y por lo tanto pueden usar la lectura para adquirir nuevos conceptos e información. Una posible explicación a las bajas puntuaciones obtenidas por los niños con TL es que estos niños presentan problemas en la automatización que se refleja en una mala ejecución en la lectura, vocabulario deficiente y problemas de comprensión de textos escritos.

Por otra parte, algunos autores afirman que el acceso al léxico, aparte de servir como un diccionario, está en relación con la gramática, pues la información asociada con las palabras individuales adopta el papel desempeñado previamente por reglas de estructura sintáctica, especificando los tipos y posiciones de los constituyentes que pueden aparecer en una oración. Al leer una oración se realiza el análisis sintáctico y semántico conforme se va leyendo cada palabra de la oración, así, al activar la identidad de cada

palabra, determinamos su categoría sintáctica y generamos una hipótesis sobre el siguiente elemento sintáctico. Cuando se encuentra el artículo *e/*, se espera que la próxima palabra sea un nombre o quizá, que éste vaya precedido por un adjetivo que modifica al propio nombre (Bernstein et al., 1999). La BNTAL reflejó que el grupo de niños con TL presentan deficiencias en el acceso al léxico, lo cual influyó que estos niños presentaran bajas ejecuciones en las pruebas de lectura y gramática.

En la prueba de gramática de la BNTAL y en las respuestas conductuales para las oraciones correctas sintácticamente y con violación sintáctica, los niños con TL presentaron menor rendimiento que los niños controles, lo que concuerda con lo reportado en la literatura respecto a los problemas sintácticos en los niños de habla hispana con TL (Yáñez, 2000; Silva et al., 1995).

Estamos de acuerdo con lo que postula Mitchell (1990), cuando señala que el procesamiento sintáctico es un subcomponente importante en la lectura, pues los niños con TL aquí estudiados presentaron deficiencias sintácticas que también contribuyen a su baja competencia lectora.

En relación con el presente estudio fueron notables las deficiencias que tienen los TL en el procesamiento sintáctico lo que subraya la importancia de este procesamiento en la comprensión de la lectura. Las evidencias de esto fueron que en la tarea de gramática de la BNTAL este grupo de niños presentó menor cantidad de aciertos al detectar errores sintácticos dentro de una oración, y menor cantidad de aciertos y mayores tiempos de ejecución al construir oraciones. También, dichas fallas se reflejaron en las respuestas conductuales a las oraciones en que se registraron los PRE, ya que los niños con TL cometieron un mayor número de errores en la identificación de oraciones con violación sintáctica, comparados con los lectores normales. También mostraron mayores tiempos de reacción para identificar ambos tipos de oraciones.

A lo anterior se agregan los datos del estudio de Silva et al. (1995) que demostró que las tareas que mejor diferencian a los lectores deficientes de los lectores normales, fueron las tareas sintácticas.

Por otra parte, Spear-Swerling y Sternberg (1994) y Bowey (1986b) mencionan que con la experiencia lectora se da un incremento en la base del conocimiento, y con la habilidad del reconocimiento automático de palabras, la capacidad de adquirir las mejores estrategias para incrementar la comprensión. Cuando la comprensión falla, hay una variedad de estrategias que los niños pueden usar, como releer o leer más adelante para ver si una inconsistencia puede ser resuelta. Bowey (1986b) probó la conciencia sintáctica, reflejada en la habilidad para corregir oraciones que contenían una violación sintáctica, y sugiere que este tipo de conciencia constituye una habilidad de alto orden del lenguaje que se encuentra asociada a otros aspectos de la habilidad verbal. Aunque los niños TL pudieron releer en la BNTAL, presentaron ejecuciones deficientes, y cuando no pudieron usar la estrategia de relectura (como en las oraciones presentadas para los PRE) también presentaron puntuaciones deficientes y respuestas electrofisiológicas similares ante ambos tipos de oraciones; esto puede sugerir que este grupo de niños presenta un déficit en el procesamiento sintáctico.

Por otra parte, consideramos que aunque ambos grupos presentaban CI normal, el CI de los niños con TL era significativamente más bajo que el de los niños controles principalmente en las escalas verbal y total lo que podría relacionarse con su bajo desempeño en la lectura.

RESPUESTAS ELECTROFISIOLÓGICAS

Con respecto a las medidas electrofisiológicas, se observó que en ambos grupos de niños, la lectura de oraciones con violación sintáctica de concordancia sujeto-verbo provocó una positividad con inicio alrededor de los 550 ms, presentado un máximo de amplitud en la latencia de 800-1100 ms. Este efecto es similar al componente P600 reportado previamente en respuesta a varios tipos de violación sintáctica en adultos. La aparición de este componente corrobora la idea de que ante la violación sintáctica se presenta una respuesta diferente a la N400 provocada por palabras semánticamente inapropiadas (Kutas & Hillyard, 1980), ya que la respuesta electrofisiológica a las dos categorías de anomalías es claramente distinta. La diferencia en la respuesta cerebral ante los dos tipos de anomalías lingüísticas se relaciona con lo propuesto en los modelos de la lectura, donde se mencionan diferencias entre el procesamiento semántico y el sintáctico. Aunque

estas distinciones no se relacionan directamente con un modelo autónomo o uno interactivo sí nos dan idea de que en el proceso de comprensión de la lectura interviene un reanálisis sintáctico cuando se ha encontrado una violación de concordancia.

Encontramos algunas diferencias en el componente P600 entre niños lectores normales y lo descrito para los adultos: 1) Para los adultos se ha reportado que P600 inicia alrededor de los 500 ms (Osterhout & Holcomb, 1992; Hagoort et al., 1993; Hanhe & Friederici, 1999), y en los niños se observó el inicio del componente en 550 ms, 2) En los adultos no se reporta una latencia específica de la máxima amplitud del componente, los autores que han encontrado la P600 reportan que es una positividad que se inicia a los 500 ms y dura “varios cientos” de milisegundos. En los niños, se encontró que la máxima amplitud del componente está entre los 800 y 1100 ms, lo que implicaría una latencia demorada del componente, esto puede explicarse como un reanálisis sintáctico tardío en comparación con el de los adultos, lo que reflejaría una menor experiencia lectora, 3) En cuanto a la topografía del componente, encontramos que a diferencia de los adultos, la P600 de los niños del grupo control mostró una distribución topográfica en derivaciones frontales y centrales, en lugar de la distribución centro-parietal reportada en los adultos (Münste, Matzke et al., 1997; Canseco-González et al., 1997; Osterhout & Holcomb, 1993). Una posibilidad que explica estas diferencias topográficas, es que el tipo de tarea (decisión sobre la sintaxis correcta de la oración con una respuesta motora) haya influenciado la topografía fronto-central observada en los niños, sin embargo en los experimentos con adultos donde se pedía que hicieran el mismo tipo de tarea no se reportó que la topografía cambiara hacia la parte anterior del cráneo. Otra posibilidad está relacionada con el proceso de maduración, pues Holcomb, Coffey y Neville (1992) reportaron que el componente N400 se presenta con mayor amplitud en la zona fronto-central cuando los niños son pequeños y a medida que la habilidad reflejada por N400 se automatiza, la topografía de ésta cambia a la zona posterior. Algo semejante podría estar ocurriendo con la P600. 4) Además, la topografía de P600 en los niños control no mostró una lateralidad hemisférica a diferencia de los adultos en los que se ha reportado en algunos estudios que el componente se lateraliza al hemisferio derecho. Los reportes que indican esta lateralización mencionan que de alguna forma es paradójica, pues se supone que debería lateralizarse al hemisferio izquierdo, ya que éste es el hemisferio donde se realiza el procesamiento sintáctico, pero mencionan que también se debe tener

en cuenta que los generadores no siempre se reflejan en el hemisferio donde se encuentran. La falta de lateralización encontrada en los niños control, la lateralización hacia el hemisferio derecho en los niños TL y la no precisión en la distribución hemisférica en los adultos hace que este punto sea incierto por lo que se necesitan más estudios para aclararlo.

DIFERENCIAS ENTRE LOS NIÑOS CONTROL Y CON TL

La principal diferencia encontrada en este estudio es que los niños del grupo control presentaron una P600 de mayor amplitud ante las oraciones con violación sintáctica respecto a las oraciones sintácticamente correctas, a diferencia de los niños con TL.

En la literatura se propone que el componente P600 refleja una rutina de recomputación o sea un reanálisis sintáctico en un intento de rescatar el significado de una oración después de encontrar una violación sintáctica (Münste, Matzke et al., 1997; Canseco-Gonzalez et al. 1997). Si es así, un supuesto razonable sería que la P600 debería ser de mayor amplitud ante las oraciones con violación sintáctica en los niños lectores normales en quienes hay un procesamiento sintáctico adecuado. Los niños del grupo con TL, que conductualmente muestran no haber adquirido una total competencia gramatical, tendrían respuestas electrofisiológicas similares ante ambos tipos de oraciones. En este estudio se probó esta suposición presentando oraciones sintácticamente correctas y oraciones con violación sintáctica a niños lectores normales y a niños con TL que presentan -entre otros- problemas sintácticos (Cuetos, 1998; Yáñez, 2000; Perfetti, 1985; Silva et al., 1995 y Rayner & Pollatsek, 1989). Se encontró que los niños control, quienes tienen una buena competencia sintáctica, mostraron una P600 en regiones fronto-centrales ante las oraciones con violación sintáctica respecto a las oraciones sintácticamente correctas, y que los niños TL que presentan conductualmente una deficiente competencia sintáctica tienen una respuesta electrofisiológica que no muestra diferencias en el reanálisis sintáctico entre las oraciones sintácticamente correctas y con violación sintáctica, lo que interpretamos como un rasgo electrofisiológico de un pobre análisis sintáctico en este grupo.

Además, se encontraron diferencias intergrupales de latencia de la máxima amplitud de P600, lo que señala que los niños control logran hacer con mayor rapidez el reanálisis sintáctico respecto a los niños con TL. Hay que tomar en cuenta que aunque esta parece ser la tendencia, el método empleado en el presente estudio sólo da una estimación de la latencia de la P600, en donde ocurre el reanálisis sintáctico.

Se observó también una relación entre la respuesta conductual ante las oraciones presentadas para los PRE y las respuestas electrofisiológicas, el grupo de niños control presentó mayor cantidad de aciertos, menores tiempos de reacción y una P600 de mayor amplitud ante las oraciones con violación sintáctica comparada con la de las oraciones control; en contraste los niños con TL presentaron una menor cantidad de aciertos, mayores tiempos de reacción y ninguna diferenciación en la respuesta electrofisiológica relacionada con el procesamiento sintáctico.

Con respecto al procesamiento semántico que refleja la N400, se observó que los niños del grupo control presentaron un efecto N400 a diferencia de los niños con TL en quienes el efecto no fue estadísticamente significativo. El hecho de que no se hayan encontrado diferencias significativas intergrupales en este componente podría interpretarse como que ambos grupos hicieron un procesamiento semántico adecuado, pero el hallazgo de que la latencia de la N400 haya sido mayor en los niños TL podría reflejar que los niños del grupo control realizan más rápidamente el proceso de integración al léxico. Además, la presencia del efecto N400 en la palabra final de las oraciones que presentaron violaciones sintácticas sugiere que el proceso de integración del léxico se vio afectado por la violación sintáctica (Brown & Hagoort, 1993).

CONCLUSIONES

En las puntuaciones de la BNTAL, se encontró que los niños del grupo TL tuvieron menor cantidad de aciertos y mayores tiempos de ejecución para la mayoría de las pruebas (procesamiento fonológico, lectura, gramática y abstracción), a diferencia del grupo control.

Se confirmó la idea de que dentro de las deficiencias que presentan los niños con TL se encuentra la del procesamiento sintáctico. Lo anterior fue corroborado tanto en las puntuaciones obtenidas en la BNTAL como en los tiempos de reacción y precisión de respuesta de las oraciones que se presentaron en el estudio electrofisiológico, así como en las medidas electrofisiológicas, ya que se observó una falta de diferenciación a nivel psicofisiológico entre las oraciones (sintácticamente correcta y con violación sintáctica).

El paradigma utilizado (presentación de oraciones sintácticamente correctas y con violación sintáctica –concordancia sujeto-verbo–) fue efectivo para provocar un componente P600 en los niños.

Los niños del grupo control presentaron mayor amplitud del componente P600 ante las oraciones con violación sintáctica, lo que refleja un buen reprocesamiento sintáctico, a diferencia de los TL que mostraron respuestas electrofisiológicas semejantes ante ambos tipos de oraciones.

La P600 en niños presentó algunas características diferentes a las reportadas para los adultos: 1) Una latencia aumentada lo que se podría relacionar a la menor experiencia lectora de los niños y 2) Una topografía fronto-central en lugar de posterior, lo que probablemente se relaciona con un proceso de maduración.

Los hallazgos permiten concluir que los niños con TL mostraron deficiencias en el procesamiento sintáctico a nivel psicofisiológico, pues no tuvieron una respuesta electrofisiológica diferenciada ante ambos tipos de oraciones presentadas en este experimento.

Se observó una relación congruente entre la respuesta conductual ante las oraciones presentadas para los PRE y las respuestas electrofisiológicas.

La presencia de la N400 en la palabra final de las oraciones que presentaron violación sintáctica sugiere que el proceso de integración del léxico se vio afectado por la violación sintáctica.

Finalmente, con respecto a la diferencia de latencia encontrada en el efecto N400 entre los grupos, se puede concluir que los niños del grupo control realizan más rápidamente el proceso de integración al léxico que los niños con TL.

REFERENCIAS

- Altenmüller, E. & Gerloff, C. (1999) *Psychophysiology and the EEG*. Niedermeyer, E. & López da Silva, F. (Eds.) *Electroencephalography: Basic principles, clinical applications, and related fields*. New York: Lippincott Williams & Wilkins.
- Anderson, J. (1976) *Language, memory and thought*. Valle, F., Cuetos, F., Igoa, J. & del Viso, S. (Eds.) *Lecturas de Psicolingüística: comprensión y producción del lenguaje*. Madrid: Alianza.
- Ardila, A. (1992) *Dislexia*. Rosselli, M., Ardila, A., Pineda, D. y Lopera, F. (Eds.) *Neuropsicología Infantil*. Colombia: Prensa Creativa.
- Asociación Psiquiátrica Americana [APA] (1995) *Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales (DSM-IV)*. Barcelona: Masson.
- Ávila, R. (1993) *Diccionario Infantil DIME*. México: Trillas.
- Belinchón, M., Igoa, J. & Riviere, A. (1994) *Psicología del lenguaje: Investigación y teoría*. Madrid: Trotta.
- Bernal, J., Harmony, T., Rodríguez, M., Reyes, A., Yáñez, G., Fernández, T., et al. (2000) Auditory event-related potentials in poor readers. *International Journal of Psychophysiology*, 36: 11-23.
- Bernal, J., Rodríguez, M. & Yáñez, G. (2000) Trastornos de aprendizaje de la lectura: Aspectos neuropsicológicos y electrofisiológicos. *Revista de Psicología y Ciencia Social*, 4(1): 27-36.
- Bernal, J., Rodríguez, M., Yáñez, G. & Marosi, E. (2001) Reading Difficulties and Event-Related Brain Potentials. Columbus, F. (Ed.) *Advances in Psychology Research (Vol. 5)*. New York: Nova Science.

Bernstein, N., Berko, J. & Narasimhan, B. (1999) Una introducción a la psicolingüística: ¿Qué saben los hablantes?. Berko, J. & Bernstein, N. (Eds.) *Psicolingüística*. Madrid: McGraw Hill.

Bowey, J. (1986a) Syntactic awareness in relation to reading skill and ongoing reading comprehension monitoring. *Journal of Experimental Child Psychology*, 41(2): 282-299.

Bowey, J. (1986b) Syntactic awareness and verbal performance from preschool to fifth grade. *Journal of Psycholinguistic Research*, 15(4): 285-308.

Brown, C. y Hagoort, P. (1993) The processing nature of the N400: Evidence from masked priming. *Journal of Cognitive Neuroscience*. 5(1): 34-44.

Brown, C, Hagoort, P. & Kutas, M. (2000) Postlexical integration processes in language comprehension: Evidence from Brain-Imaging Research. Gazzaniga, M. (Ed.) *The new cognitive neurosciences*. Cambridge: MIT Press.

Byrne, B. (1981) Deficient syntactic control in poor readers: Is a weak phonetic memory code responsible?. *Applied Psycholinguistics*, 2: 201-212.

Canseco-González, E., Love, T., Ahrens, K., Walenski, M., Swinney, D. & Neville, H. (1997) Processing of grammatical information in jabberwocky sentences: An ERP study. En: Canseco-González, E. (2000) *Using the recording of Event-Related Brain Potentials in the Study of Sentence Processing*. Grodzinsky, Y., Shapiro, L. & Swinney, D. (Eds.) *Language and the Brain: Representation and processing*. New York: Academic Press.

Canseco-González, E. (2000) *Using the recording of Event-Related Brain Potentials in the Study of Sentence Processing*. Grodzinsky, Y., Shapiro, L. & Swinney, D. (Eds.) *Language and the Brain: Representation and processing*. New York: Academic Press.

Caplan, D. (1995) *The Cognitive Neuroscience of Syntactic Processing*. Gazzaniga, M. (Ed.) *The Cognitive Neuroscience*. Cambridge: MIT Press.

Critchley, M. (1970) The dyslexic child. En: Fletcher, J., Foorman, B., Shaywitz, S. & Shaywitz, B. (1999) Conceptual and methodological issues in dyslexia research: A lesson for developmental disorders. Tager-Flusberg, H. (Ed.) Neurodevelopmental disorders. Cambridge: The MIT Press.

Cuetos, V. (1998) Evaluación y Rehabilitación de las Afasias: Aproximación cognitiva. Madrid: Panamericana.

Dockrell, J. & McShane, J. (1997) Dificultades de aprendizaje en la infancia: Un enfoque cognitivo. España: Paidós.

Ellis, A. & Young, A. (1992) Neuropsicología cognitiva humana. Barcelona: Masson.

Fletcher, T. & Kaufman, C. (1995) A Mexican perspective on Learning Disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 29(9): 530-534.

Fletcher, J., Forman, B., Shaywitz, S. & Shaywitz, B. (1999) Conceptual and methodological issues in dyslexia research: a lesson for developmental disorders. Tager-Flusberg, H. (Ed.) Neurodevelopmental disorders. Cambridge: The MIT Press.

Fodor, A. (1986) La modularidad de la mente: un ensayo sobre la psicología de las facultades. Madrid: Morata.

Frazier, L. & Fodor, J. (1978) The sausage machine: A new two-stage parsing model. En: Hahne, A. & Friederici, A. (1999) Electrophysiological evidence for two steps in syntactic análisis: Early automatic and late controlled processes. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 11(2): 194-205.

Frazier, L. & Rayner, K. (1982) Making and correcting errors during sentence comprehension: Eye movements in the analysis of structurally ambiguous sentences. Valle, F., Cuetos, F., Igoa, J & del Viso, S. (Eds.) *Lecturas de Psicolingüística: comprensión y producción del lenguaje*. Madrid: Alianza.

Friederici, A. (1995) The Time Course of Syntactic Activation during Language Processing: A Model Based on Neuropsychological and Neurophysiological Data. *Brain and Language*, 50: 259-281.

Friederici, A. & Mecklinger, A. (1996) Syntactic parsing as revealed by brain responses: First-pass and second-pass parsing processes. En: Brown, C, Hagoort, P. & Kutas, M. (2000) Postlexical integration processes in language comprehension: Evidence from brain-imaging research. Gazzaniga, M. (Ed.) *The new cognitive neurosciences*. Cambridge: MIT Press.

Galaburda, A. (1999) "Dislexia". *The MIT Encyclopedia of the Cognitive Sciences*. Wilson, R. & Keil, F. (Eds.). Cambridge, Mass.: MIT Press.

Garrett, M. (2000) *The Architecture of Language Processing System*. Grodzinsky, Y., Shapiro, L. & Swinney, D. (Eds.) *Language and the Brain: Representation and processing*. New York: Academic Press.

Garzia, R. (1996) *Vision and Reading*. St. Louis, Missouri: Mosby.

Gunter, T., Stowe, L. & Mulder, G. (1997) When syntax meets semantics. *Psychophysiology*, 34: 660-676.

Haberlandt, K. (1997) *Cognitive Psychology*. En: Bernal, J., Rodríguez, M., Yáñez, G. & Marosi, E. (2001) *Reading Difficulties and Event-Related Brain Potentials*. Columbus, F. (Ed.) *Advances in Psychology Research* (Vol. 5) . New York: Nova Science.

Hagoort, P., Brown, C. & Groothusen, J. (1993) The Syntactic Positive Shift (SPS) as an ERP measure of syntactic processing. *Language and cognitive processes*, 8(4): 439-483.

Hahne, A. & Friederici, A. (1999) Electrophysiological evidence for two steps in syntactic analysis: early automatic and late controlled processes. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 11(2): 194-205.

Hillyard, S. & Kutas, M. (1983) Electrophysiology of cognitive processing. *Annual Review of Psychology*, 34: 33-61.

Hillyard, S. & Picton, T. (1987). Electrophysiology of cognition. Plum, F. (Ed.), Handbook of physiology. Section I: Neurophysiology. New York: American Physiological Society.

Holcomb, P., Ackerman, P. & Dykman, R. (1985) Cognitive Event-Related brain potentials in children with attention and reading deficits. *Psychophysiology*, 22: 656-667.

Holcomb, P., Coffey, S. & Neville, H. (1992) Visual and auditory sentence processing: A developmental analysis using event-related brain potentials. *Developmental Neuropsychology*, 8: 203-241.

Kutas, M. & Hillyard, S. (1980) Reading senseless sentences: Brain potentials reflect semantic incongruity. *Science*, 207: 203-205.

Kutas, M. & Hillyard, S. (1983) Event-related brain potentials to grammatical errors and semantic anomalies. *Memory and Cognition*, 11: 539-550.

Kutas, M. & Van Petten, C. (1988) Event-related brain potentials studies of language. Ackles, P., Jennings, J. y Coles, M. (Eds.) *Advances in psychophysiology*. Greenwich, JAI: England. pp. 131-167.

Kutas, M. (1997) Views on how the electrical activity that the brain generates reflects the functions of different language structures. *Psychophysiology*, 34: 383-398.

Leahey, T. & Harris, R. (1998). *Aprendizaje y cognición*. España: Prentice Hall.

Manga, D. & Ramos, F. (1994) *Neuropsicología de la edad escolar*. Madrid: Visor.

Mann, V., Liberman, I., & Shankweiler, D. (1980) Children's memory for sentences and word strings in relation to reading ability. *Memory and Cognition*, 8: 329-335.

- Mann, V. (1998) Language problems: a key to early reading problems. Wong, B. (Ed.) Learning about Learning Disabilities. USA: Academic Press.
- McCarthy, G. & Wood, C. (1985) Scalp distributions of event-related potentials: an ambiguity associated with analysis of variance models. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 62: 203-208.
- Miles, J. & Stelmack, M. (1994) Learning disability subtypes and the effects of auditory and visual priming on visual event-related potentials to words. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*. 16(1): 643-664.
- Mitchell, D. (1990) Lectura y análisis sintáctico. Valle, F., Cuetos, F., Igoa, J & del Viso, S. (Eds.) Lecturas de Psicolingüística: comprensión y producción del lenguaje. Madrid: Alianza.
- Münte, T., Matzke, M. & Johannes, S. (1997) Brain activity associated with syntactic incongruence in words and pseudo-words. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 9: 318-329.
- Münte, T., Szentkuti, A., Wieringa, B., Matzke, M., Johannes, S. (1997) Human brain potentials to reading syntactic errors in sentences of different complexity. *Neuroscience Letters*, 235: 105-108.
- Münte, T., Heinze, H-J., Matzke, M., Wieringa, B. & Johannes, S. (1998) Brain potentials and syntactic violations revisited: No evidence for specificity of the syntactic positive shift. *Neuropsychologia*, 36(3): 217-226.
- Neville, H., Nicol, J., Barsz, A., Foster, K. & Garrett, M. (1991) Syntactically based sentence processing classes: evidence from Event-Related brain potentials. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 3(2): 151-165.
- Neville, H., Coffey, S., Holcomb, P. & Tallal, P. (1993) The neurobiology of sensory and language processing in language-impaired children. *Journal Cognitive Neuroscience*, 5: 235-253.

- Nicasio, G. (1998) Manual de dificultades de aprendizaje: Lenguaje, Lecto-Escritura y Matemáticas. Madrid: Narcea.
- Osterhout, L. & Holcomb, P. (1992) Event-related potentials elicited by syntactic anomaly. *Journal of Memory and Language*, 31: 785-806
- Osterhout, L. & Holcomb, P. (1993) Event-related Potentials and Syntactic Anomaly: Evidence of Anomaly Detection during the perception of continuous speech. *Language and Cognitive Processes*, 8(4): 413-437.
- Osterhout, L. (1994) Event-related brain potentials as tools for comprehending sentence comprehension. En: Brown, C, Hagoort, P. & Kutas, M. (2000) Post-lexical integration processes in language comprehension: evidence from brain-imaging research. Gazzaniga, M. (Ed.) *The new cognitive neurosciences*. Cambridge: MIT Press.
- Osterhout, L. & Holcomb, P. (1995) Event-related potentials and language comprehension. Rugg, M. y Coles, M., (Eds.) *Electrophysiology of Mind: Event-related brain potentials and cognition*. Oxford: Oxford University Press.
- Osterhout, L. & Mobley, L. (1995) Event-related brain potentials elicited by failure to agree. *Journal of Memory and Language*, 34: 739-773.
- Osterhout, L., McKinnon, R., Bersick, M., & Corey, V. (1996). On the language specificity of the brain response to syntactic anomalies: Is the Syntactic Positive Shift a member of the P300 family?. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 8: 507-526.
- Osterhout, L. (1997) On the Brain Response to Syntactic Anomalies: Manipulations of Word Position and Word Class Reveal individual Differences. *Brain and Language*, 59(3): 494-522.
- Osterhout, L., McLaughlin, J. & Bersick M. (1997) Event-related brain potentials and human language. *Trends in Cognitive Sciences*, 1(6): 203-209.

- Osterhout, L. & Hagoort, P. (1999) A superficial resemblance does not necessarily mean you are part of the family: Counterarguments to Coulson, King, y Kutas (1998) in the P600/SPS-P300 debate. *Language and Cognitive Processes*, 14: 1-14.
- Perfetti, C. (1985) Reading Ability. En: Bernal, J., Rodríguez, M., Yáñez, G. & Marosi, E. (2001) Reading Difficulties and Event-Related Brain Potentials. *Advances in Psychology Research* (Vol. 5). Columbus, F. (Ed.) New York: Nova Science.
- Randford, A., Atkinson, M., Britain, D., Clahsen, H. & Spencer, A. (2000) Introducción a la psicolingüística. Cambridge: University Press.
- Rayner, K. & Pollatsek, A. (1989). The psychology of reading. USA: Prentice Hall.
- Reagan, D. (1989) Human brain electrophysiology: Evoked potentials and evoked magnetic fields in science and medicine. New York: Elsevier Science.
- Robichon, F., Besson, M., Habib, M. (2002) An electrophysiological study of dislexic and control adults in a sentence reading task. *Biological Psychology*, 59: 29-53.
- Rodríguez, M. (1995) Potenciales Relacionados con Eventos visuales durante la lectura en niños: lectores deficientes y lectores normales (Tesis Doctoral). México: UNAM.
- Rugg, M. & Coles, M. (1995). Electrophysiology of mind: Event-related potentials and cognition. New York: Oxford University Press.
- Silva, J., Harmony, T., Bernal, J., Fernández, T., Rodríguez, M., Reyes, A., et al. (1995) Comparación entre las habilidades en la lectura de dos grupos con diferente desempeño académico. *Revista Latina de Pensamiento y Lenguaje*, 3(1): 65-81.
- Silva-Pereyra, J., Fernández, T., Harmony, T., Bernal, J., Galán, L., Díaz-Comas, L., et al. (2001) Delayed P300 during Sternberg and color discrimination tasks in poor readers. *International Journal of Psychophysiology*, 40(1): 17-32

Silver, A. & Hagin, A. (1990) Clinical classification of disorders of learning. Disorders of learning in childhood. U.S.A.: John Wiley and Sons.

Spear-Swerling, L. & Sternberg, R. (1994) The road not taken: an integrative theoretical model of reading disability. *Journal of Learning Disabilities*, 27(2): 91-103, 122.

Stanovich, K. (1984) The interactive-compensatory model of reading: A confluence of developmental, experimental and educational psychology. *Remedial and special education*, 5: 11-19.

Stanovich, Cunningham & Feeman (1984) Intelligence, cognitive skills, and early reading progress. *Reading Research Quarterly*, 19: 278-303.

Stanovich, K. (1988) Explaining the differences between the dyslexic and the garden-variety poor reader: the phonological core variable-difference model. *Journal of Learning Disabilities*, 21(10): 590-604.

Stelmack, M., Saxe, J., Noldy-Cullum, N. & Campbell, K. (1988) Recognition memory for words and event-related potentials: A comparison of normal and disabled readers. *Journal of Clinical & Experimental Neuropsychology*, 10(2): 185-200.

Taylor, M. & Keenan, N. (1990) Event-related potentials to visual and language stimuli in normal and dyslexic children. *Psychophysiology*, 27: 318-327.

Taylor, M. (1995) The role of event-related potentials in the study of normal and abnormal cognitive development. En: Habib, M. (2000) The neurological basis of developmental dyslexia: An overview and working hypothesis. *Brain*, 123: 2373-2399.

Toro, J. & Cervera, M. (1990). Test de Análisis de la Lectoescritura. Madrid: Visor.

Valett, R. (1989) Dislexia. España: Ceac.

Valle, F., Cuetos, F., Igoa, J. & del Viso, S. (1990) *Lecturas de Psicolinguística: Comprensión y producción del lenguaje*. Madrid: Alianza.

Van Petten, C. & Kutas, M. (1991) Influences of semantic and syntactic context on open and closed class words. *Memory and Cognition*, 19: 95-112.

Wolf, M., Vellutino, F. & Gleason, J. (1999) Una explicación psicolinguística de la lectura. Berko, J. & Bernstein, N. (Eds.) *Psicolinguística*. Madrid: Mc Graw Hill.

Yáñez, G. (2000) *Batería Neuropsicológica para la evaluación de niños con trastornos del aprendizaje: estandarización con niños de la zona metropolitana de la Ciudad de México (Tesis doctoral)*. México: UNAM.

Yáñez, G., Bernal, J., Harmony, T., Marosi, E. & Rodríguez, M. (2002) *Batería Neuropsicológica para niños con Trastornos del Aprendizaje de la Lectura (BNTAL): Obtención de Normas*. *Revista de Pensamiento y Lenguaje*, 10(2): 249-269.

ANEXO

Perfil de puntuaciones promedio de la BNTAL en niños con TL de 8 años

**Batería Neuropsicológica para Niños con Trastornos del Aprendizaje.
Perfil en percentiles para niños de 8 años.**

Nombre _____ Edad (meses) 104 Grado _____ Sexo M Dx TL (N=1)
Fecha de nacimiento _____ Fecha de aplicación _____

| PRUEBAS | 10 | 20 | 50 | 80 | 90 | |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| Procesamiento Fonológico | | | | | | |
| Denominación Serial Rápida Dígitos (T) | 44 | 36 | 31 | 25 | 23 | (27) |
| Denominación Serial Rápida Letras (T) | 50 | 41 | 33 | 28 | 26 | (29) |
| Denominación Serial Rápida Colores (T) | 61 | 52 | 43 | 38 | 35 | |
| Denominación Serial Rápida Figuras (T) | 85 | 72 | 53 | 43 | 40 | (39) |
| Denominación Serial Rápida (E) | 12 | 7 | 3 | 0 | 0 | |
| Denominación y Vocabulario Receptivo | | | | | | |
| Test de Denominación de Boston(A) | 25 | 26 | 33 | 40 | 42 | (45) |
| Test de Vocabulario Peabody (A) | 77 | 79 | 87 | 97 | 102 | |
| Comprensión | | | | | | |
| Comprensión Oral (A) | 6 | 7 | 9 | 12 | 13 | (14) |
| Comprensión de Órdenes en Forma Oral (A) | 4 | 6 | 7 | 9 | 9 | |
| Lectura | | | | | | |
| Palabras Frecuentes (T) | 34 | 30 | 19 | 10 | 8 | (27) |
| Palabras Infrecuentes (T) | 50 | 37 | 26 | 15 | 10 | (33) |
| Pseudopalabras (T) | 52 | 40 | 30 | 21 | 14 | (32) |
| Pseudopalabras Homófonas (T) | 62 | 45 | 34 | 23 | 20 | (41) |
| Total Palabras (A) | 33 | 50 | 56 | 59 | 59 | (51) |
| Comprensión de Órdenes Escritos (A) | 3 | 5 | 7 | 9 | 9 | |
| Comprensión de un Texto (A) | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 | |
| Decisión Léxica (T) | 332 | 276 | 170 | 136 | 97 | (208) |
| Gramática | | | | | | |
| Inconcordancias Gramaticales (A) | 5 | 6 | 8 | 9 | 10 | |
| Construir Enunciados (A) | 9 | 27 | 47 | 56 | 63 | |
| Abstracción | | | | | | |
| Sinónimos (A) | 3 | 3 | 7 | 10 | 12 | |
| Analogías (A) | 3 | 4 | 6 | 9 | 10 | |

Perfil de puntuaciones promedio de la BNTAL en niños con TL de 9 años

**Batería Neuropsicológica para Niños con Trastornos del Aprendizaje.
Perfil en percentiles para niños de 9 años.**

Nombre _____ Edad (meses) 114.5 Grado _____ Sexo M Dx TL (N=2)
Fecha de nacimiento _____ Fecha de aplicación _____

| PRUEBAS | 10 | 20 | 50 | 80 | 90 | |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| Procesamiento Fonológico | | | | | | |
| Denominación Serial Rápida Dígitos (T) | 39 | 35 | 26 | 24 | 20 | (34) |
| Denominación Serial Rápida Letras (T) | 45 | 37 | 30 | 26 | 22 | (35) |
| Denominación Serial Rápida Colores (T) | 59 | 54 | 43 | 35 | 34 | (42) |
| Denominación Serial Rápida Figuras (T) | 84 | 64 | 52 | 41 | 40 | (47) |
| Denominación Serial Rápida (E) | 7 | 6 | 2 | 0 | 0 | (4) |
| Denominación y Vocabulario Receptivo | | | | | | |
| Test de Denominación de Boston (A) | 29 | 31 | 37 | 43 | 46 | |
| Test de Vocabulario Peabody (A) | 79 | 86 | 93 | 105 | 108 | (88) |
| Comprensión | | | | | | |
| Comprensión Oral (A) | 5 | 7 | 11 | 12 | 14 | (8) |
| Comprensión de Órdenes en Forma Oral (A) | 5 | 6 | 7 | 9 | 9 | |
| Lectura | | | | | | |
| Palabras Frecuentes (T) | 26 | 24 | 12 | 9 | 9 | (23) |
| Palabras Infrecuentes (T) | 42 | 38 | 20 | 14 | 12 | |
| Pseudopalabras (T) | 42 | 36 | 26 | 20 | 18 | (46) |
| Pseudopalabras Homófonas (T) | 47 | 39 | 31 | 23 | 21 | (41) |
| Total Palabras (A) | 43 | 53 | 58 | 60 | 61 | (47) |
| Comprensión de Órdenes Escritos (A) | 4 | 5 | 7 | 9 | 9 | |
| Comprensión de un Texto (A) | 5 | 6 | 9 | 12 | 13 | |
| Decisión Léxica (T) | 227 | 215 | 140 | 92 | 70 | (159) |
| Gramática | | | | | | |
| Inconcordancias Gramaticales (A) | 5 | 6 | 8 | 10 | 10 | |
| Construir Enunciados (A) | 22 | 35 | 47 | 63 | 63 | |
| Abstracción | | | | | | |
| Sinónimos (A) | 3 | 6 | 9 | 13 | 14 | (5) |
| Analogías (A) | 3 | 4 | 8 | 10 | 10 | (9) |

Perfil de puntuaciones promedio de la BNTAL en niños con TL de 10 años

**Batería Neuropsicológica para Niños con Trastornos del Aprendizaje.
Perfil en percentiles para niños de 10, 11 y 12 años.**

Nombre _____ Edad (meses) 131 Grado _____ Sexo M Dx TL (N=5)
 Fecha de nacimiento _____ Fecha de aplicación _____

| PRUEBAS | 10 | 20 | 50 | 80 | 90 | |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| Procesamiento Fonológico | | | | | | |
| Denominación Serial Rápida Dígitos (T) | 39 | 31 | 25 | 21 | 19 | (30) |
| Denominación Serial Rápida Letras (T) | 37 | 34 | 26 | 23 | 19 | (40) |
| Denominación Serial Rápida Colores (T) | 49 | 46 | 38 | 32 | 28 | (50) |
| Denominación Serial Rápida Figuras (T) | 70 | 56 | 47 | 40 | 36 | |
| Denominación Serial Rápida (E) | 6 | 1 | 1 | 0 | 0 | |
| Denominación y Vocabulario Receptivo | | | | | | |
| Test de Denominación de Boston(A) | 33 | 36 | 40 | 49 | 52 | (38) |
| Test de Vocabulario Peabody (A) | 91 | 92 | 104 | 114 | 117 | (100) |
| Comprensión | | | | | | |
| Comprensión Oral (A) | 10 | 10 | 12 | 14 | 14 | (13) |
| Comprensión de Órdenes en Forma Oral (A) | 6 | 6 | 8 | 9 | 10 | |
| Lectura | | | | | | |
| Palabras Frecuentes (T) | 21 | 19 | 16 | 10 | 9 | (23) |
| Palabras Infrecuentes (T) | 33 | 29 | 19 | 15 | 11 | (31) |
| Pseudopalabras (T) | 37 | 35 | 26 | 21 | 17 | (36) |
| Pseudopalabras Homófonas (T) | 42 | 34 | 29 | 22 | 20 | (40) |
| Total Palabras (A) | 55 | 56 | 59 | 62 | 63 | (49) |
| Comprensión de Órdenes Escritas (A) | 6 | 8 | 8 | 10 | 10 | |
| Comprensión de un Texto (A) | 7 | 9 | 11 | 12 | 13 | |
| Decisión Léxica (T) | 227 | 185 | 137 | 79 | 68 | (186) |
| Gramática | | | | | | |
| Inconcordancias Gramaticales (A) | 7 | 7 | 9 | 10 | 10 | (8) |
| Construir Enunciados (A) | 35 | 40 | 57 | 63 | 63 | (45) |
| Abstracción | | | | | | |
| Sinónimos (A) | 8 | 10 | 12 | 14 | 15 | (9) |
| Analogías (A) | 5 | 7 | 9 | 11 | 12 | (8) |

Perfil de puntuaciones promedio de la BNTAL en niños con TL de 11 años

Batería Neuropsicológica para Niños con Trastornos del Aprendizaje. Perfil en percentiles para niños de 10, 11 y 12 años.

Nombre _____ Edad (meses) 139 Grado _____ Sexo M Dx TL (N=4)
Fecha de nacimiento _____ Fecha de aplicación _____

| PRUEBAS | 10 | 20 | 50 | 80 | 90 | |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| Procesamiento Fonológico | | | | | | |
| Denominación Serial Rápida Dígitos (T) | 39 | 31 | 25 | 21 | 19 | (28) |
| Denominación Serial Rápida Letras (T) | 37 | 34 | 26 | 23 | 19 | (33) |
| Denominación Serial Rápida Colores (T) | 49 | 46 | 38 | 32 | 28 | (40) |
| Denominación Serial Rápida Figuras (T) | 70 | 56 | 47 | 40 | 36 | (44) |
| Denominación Serial Rápida (E) | 6 | 3 | 1 | 0 | 0 | |
| Denominación y Vocabulario Receptivo | | | | | | |
| Test de Denominación de Boston (A) | 33 | 36 | 40 | 49 | 52 | (41) |
| Test de Vocabulario Peabody (A) | 91 | 92 | 104 | 114 | 117 | (99) |
| Comprensión | | | | | | |
| Comprensión Oral (A) | 10 | 10 | 12 | 14 | 14 | |
| Comprensión de Órdenes en Forma Oral (A) | 6 | 6 | 8 | 9 | 10 | (7) |
| Lectura | | | | | | |
| Palabras Frecuentes (T) | 21 | 19 | 16 | 10 | 9 | (18) |
| Palabras Infrecuentes (T) | 33 | 29 | 19 | 15 | 11 | (34) |
| Pseudopalabras (T) | 37 | 35 | 26 | 21 | 17 | (39) |
| Pseudopalabras Homófonas (T) | 42 | 34 | 29 | 22 | 20 | (45) |
| Total Palabras (A) | 55 | 56 | 59 | 62 | 63 | |
| Comprensión de Órdenes Escritos (A) | 6 | 7 | 8 | 10 | 10 | |
| Comprensión de un Texto (A) | 7 | 9 | 11 | 12 | 13 | (8) |
| Decisión Léxica (T) | 227 | 185 | 137 | 79 | 68 | (172) |
| Gramática | | | | | | |
| Inconcordancias Gramaticales (A) | 7 | 7 | 9 | 10 | 10 | |
| Construir Enunciados (A) | 35 | 40 | 57 | 63 | 63 | |
| Abstracción | | | | | | |
| Sinónimos (A) | 8 | 10 | 12 | 14 | 15 | |
| Analogías (A) | 5 | 7 | 9 | 11 | 12 | (8) |

Perfil de puntuaciones promedio de la BNTAL en niños con TL de 12 años

**Batería Neuropsicológica para Niños con Trastornos del Aprendizaje.
Perfil en percentiles para niños de 10, 11 y 12 años.**

Nombre _____ Edad (meses) 152 Grado _____ Sexo M Dx TL (N=3)
Fecha de nacimiento _____ Fecha de aplicación _____

| PRUEBAS | 10 | 20 | 50 | 80 | 90 | |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| Procesamiento Fonológico | | | | | | |
| Denominación Serial Rápida Dígitos (T) | 39 | 31 | 25 | 21 | 19 | (28) |
| Denominación Serial Rápida Letras (T) | 37 | 34 | 26 | 23 | 19 | |
| Denominación Serial Rápida Colores (T) | 49 | 46 | 38 | 32 | 28 | (39) |
| Denominación Serial Rápida Figuras (T) | 70 | 56 | 47 | 40 | 36 | (54) |
| Denominación Serial Rápida (E) | 6 | 3 | 1 | 0 | 0 | |
| Denominación y Vocabulario Receptivo | | | | | | |
| Test de Denominación de Boston(A) | 33 | 36 | 50 | 49 | 52 | |
| Test de Vocabulario Peabody (A) | 91 | 92 | 104 | 114 | 117 | (102) |
| Comprensión | | | | | | |
| Comprensión Oral (A) | 10 | 10 | 12 | 14 | 14 | (11) |
| Comprensión de Órdenes en Forma Oral (A) | 6 | 6 | 8 | 9 | 10 | |
| Lectura | | | | | | |
| Palabras Frecuentes (T) | 21 | 19 | 16 | 10 | 9 | (23) |
| Palabras Infrecuentes (T) | 33 | 29 | 19 | 15 | 11 | (40) |
| Pseudopalabras (T) | 37 | 35 | 26 | 21 | 17 | (55) |
| Pseudopalabras Homófonas (T) | 42 | 34 | 29 | 22 | 20 | (49) |
| Total Palabras (A) | 55 | 56 | 59 | 62 | 63 | (48) |
| Comprensión de Órdenes Escritas (A) | 6 | 7 | 8 | 10 | 10 | |
| Comprensión de un Texto (A) | 7 | 9 | 11 | 12 | 13 | (10) |
| Decisión Léxica (T) | 227 | 185 | 137 | 79 | 68 | (186) |
| Gramática | | | | | | |
| Inconcordancias Gramaticales (A) | 7 | 7 | 9 | 10 | 10 | (8) |
| Construir Enunciados (A) | 35 | 40 | 57 | 63 | 63 | (29) |
| Abstracción | | | | | | |
| Sinónimos (A) | 8 | 10 | 12 | 14 | 15 | |
| Analogías (A) | 5 | 7 | 9 | 11 | 12 | |

Perfil de puntuaciones promedio de la BNTAL en niños con TL de 10-12 años

**Batería Neuropsicológica para Niños con Trastornos del Aprendizaje.
Perfil en percentiles niños de 10, 11 y 12 años.**

Nombre _____ Edad (meses) 138.5 Grado _____ Sexo M Dx TL (N=12)
Fecha de nacimiento _____ Fecha de aplicación _____

| PRUEBAS | 10 | 20 | 50 | 80 | 90 | |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| Procesamiento Fonológico | | | | | | |
| Denominación Serial Rápida Dígitos (T) | 39 | 31 | 25 | 21 | 19 | (29) |
| Denominación Serial Rápida Letras (T) | 37 | 34 | 26 | 23 | 19 | (36) |
| Denominación Serial Rápida Colores (T) | 49 | 46 | 38 | 32 | 28 | (44) |
| Denominación Serial Rápida Figuras (T) | 70 | 56 | 47 | 40 | 36 | (52) |
| Denominación Serial Rápida (E) | 6 | 3 | 1 | 0 | 0 | (4) |
| Denominación y Vocabulario Receptivo | | | | | | |
| Test de Denominación de Boston (A) | 33 | 36 | 50 | 49 | 52 | |
| Test de Vocabulario Peabody (A) | 91 | 92 | 104 | 114 | 117 | (100) |
| Comprensión | | | | | | |
| Comprensión Oral (A) | 10 | 10 | 12 | 14 | 14 | (11) |
| Comprensión de Órdenes en Forma Oral (A) | 6 | 6 | 8 | 9 | 10 | (7) |
| Lectura | | | | | | |
| Palabras Frecuentes (T) | 21 | 19 | 16 | 10 | 9 | |
| Palabras Infrecuentes (T) | 33 | 29 | 19 | 15 | 11 | (34) |
| Pseudopalabras (T) | 37 | 35 | 26 | 21 | 17 | (42) |
| Pseudopalabras Homófonas (T) | 42 | 34 | 29 | 22 | 20 | (44) |
| Total Palabras (A) | 55 | 56 | 59 | 62 | 63 | (51) |
| Comprensión de Órdenes Escritas (A) | 6 | 7 | 8 | 10 | 10 | |
| Comprensión de un Texto (A) | 7 | 9 | 11 | 12 | 13 | |
| Decisión Léxica (T) | 227 | 185 | 137 | 79 | 68 | (181) |
| Gramática | | | | | | |
| Inconcordancias Gramaticales (A) | 7 | 7 | 9 | 10 | 10 | |
| Construir Enunciados (A) | 35 | 40 | 57 | 63 | 63 | (38) |
| Abstracción | | | | | | |
| Sinónimos (A) | 8 | 10 | 12 | 14 | 15 | |
| Analogías (A) | 5 | 7 | 9 | 11 | 12 | (8) |

Perfil de puntuaciones promedio de la BNTAL en niños control de 8 años

**Batería Neuropsicológica para Niños con Trastornos del Aprendizaje.
Perfil en percentiles para niños de 8 años.**

Nombre _____ Edad (meses) 102 Grado _____ Sexo M Dx C (N=1)
Fecha de nacimiento _____ Fecha de aplicación _____

| PRUEBAS | 10 | 20 | 50 | 80 | 90 | |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| Procesamiento Fonológico | | | | | | |
| Denominación Serial Rápida Dígitos (T) | 44 | 36 | 31 | 25 | 23 | (35) |
| Denominación Serial Rápida Letras (T) | 50 | 41 | 33 | 28 | 26 | (27) |
| Denominación Serial Rápida Colores (T) | 61 | 52 | 43 | 38 | 35 | (39) |
| Denominación Serial Rápida Figuras (T) | 85 | 72 | 53 | 43 | 40 | (52) |
| Denominación Serial Rápida (E) | 12 | 7 | 2 | 0 | 0 | (1) |
| Denominación y Vocabulario Receptivo | | | | | | |
| Test de Denominación de Boston(A) | 25 | 26 | 33 | 40 | 42 | (37) |
| Test de Vocabulario Peabody (A) | 77 | 79 | 87 | 97 | 102 | (89) |
| Comprensión | | | | | | |
| Comprensión Oral (A) | 6 | 7 | 9 | 12 | 13 | (10) |
| Comprensión de Órdenes en Forma Oral (A) | 4 | 6 | 7 | 9 | 9 | (8) |
| Lectura | | | | | | |
| Palabras Frecuentes (T) | 34 | 30 | 19 | 10 | 8 | (14) |
| Palabras Infrecuentes (T) | 50 | 37 | 26 | 15 | 10 | (20) |
| Pseudopalabras (T) | 52 | 40 | 30 | 21 | 14 | (24) |
| Pseudopalabras Homófonas (T) | 62 | 45 | 34 | 23 | 20 | (26) |
| Total Palabras (A) | 33 | 50 | 56 | 59 | 59 | (61) |
| Comprensión de Órdenes Escritas (A) | 3 | 5 | 7 | 9 | 9 | |
| Comprensión de un Texto (A) | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 | (11) |
| Decisión Léxica (T) | 332 | 276 | 170 | 136 | 97 | (115) |
| Gramática | | | | | | |
| Inconcordancias Gramaticales (A) | 5 | 6 | 8 | 9 | 10 | (7) |
| Construir Enunciados (A) | 9 | 27 | 47 | 56 | 63 | |
| Abstracción | | | | | | |
| Sinónimos (A) | 3 | 3 | 7 | 10 | 12 | (9) |
| Analogías (A) | 3 | 4 | 6 | 9 | 10 | (8) |

Perfil de puntuaciones promedio de la BNTAL en niños control de 9 años

Batería Neuropsicológica para Niños con Trastornos del Aprendizaje.
Perfil en percentiles para niños de 9 años.

Nombre _____ Edad (meses) 110 Grado _____ Sexo M Dx C (N=3)
 Fecha de nacimiento _____ Fecha de aplicación _____

| PRUEBAS | 10 | 20 | 50 | 80 | 90 | |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| Procesamiento Fonológico | | | | | | |
| Denominación Serial Rápida Dígitos (T) | 39 | 35 | 26 | 24 | 20 | (28) |
| Denominación Serial Rápida Letras (T) | 45 | 37 | 30 | 26 | 22 | (29) |
| Denominación Serial Rápida Colores (T) | 59 | 54 | 45 | 35 | 34 | (39) |
| Denominación Serial Rápida Figuras (T) | 84 | 64 | 52 | 41 | 40 | (47) |
| Denominación Serial Rápida (E) | 7 | 6 | 2 | 0 | 0 | (1) |
| Denominación y Vocabulario Receptivo | | | | | | |
| Test de Denominación de Boston (A) | 29 | 31 | 37 | 43 | 46 | (39) |
| Test de Vocabulario Peabody (A) | 79 | 86 | 93 | 105 | 108 | (98) |
| Comprensión | | | | | | |
| Comprensión Oral (A) | 5 | 7 | 11 | 12 | 14 | |
| Comprensión de Órdenes en Forma Oral (A) | 5 | 6 | 7 | 9 | 9 | |
| Lectura | | | | | | |
| Palabras Frecuentes (T) | 26 | 24 | 12 | 9 | 9 | (15) |
| Palabras Infrecuentes (T) | 42 | 33 | 20 | 14 | 12 | (27) |
| Pseudopalabras (T) | 42 | 36 | 26 | 20 | 18 | (39) |
| Pseudopalabras Homófonas (T) | 47 | 39 | 31 | 23 | 21 | |
| Total Palabras (A) | 43 | 53 | 58 | 60 | 61 | |
| Comprensión de Órdenes Escritas (A) | 4 | 5 | 7 | 9 | 9 | (8) |
| Comprensión de un Texto (A) | 5 | 6 | 8 | 12 | 13 | |
| Decisión Léxica (T) | 227 | 215 | 140 | 92 | 70 | (191) |
| Gramática | | | | | | |
| Inconcordancias Gramaticales (A) | 5 | 6 | 8 | 10 | 10 | (9) |
| Construir Enunciados (A) | 22 | 35 | 47 | 63 | 63 | (50) |
| Abstracción | | | | | | |
| Sinónimos (A) | 3 | 6 | 9 | 13 | 14 | (10) |
| Analogías (A) | 3 | 4 | 8 | 10 | 10 | |

Perfil de puntuaciones promedio de la BNTAL en niños control de 10 años

**Batería Neuropsicológica para Niños con Trastornos del Aprendizaje.
Perfil en percentiles para niños de 10, 11 y 12 años.**

Nombre _____ Edad (meses) 126 Grado _____ Sexo M Dx C (N=5)
Fecha de nacimiento _____ Fecha de aplicación _____

| PRUEBAS | 10 | 20 | 50 | 80 | 90 | |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| Procesamiento Fonológico | | | | | | |
| Denominación Serial Rápida Dígitos (T) | 39 | 31 | 25 | 21 | 19 | (22) |
| Denominación Serial Rápida Letras (T) | 37 | 34 | 26 | 23 | 19 | |
| Denominación Serial Rápida Colores (T) | 49 | 46 | 38 | 32 | 28 | (37) |
| Denominación Serial Rápida Figuras (T) | 70 | 56 | 47 | 40 | 36 | (45) |
| Denominación Serial Rápida (E) | 6 | 3 | 1 | 0 | 0 | (2) |
| Denominación y Vocabulario Receptivo | | | | | | |
| Test de Denominación de Boston(A) | 33 | 36 | 40 | 49 | 52 | (46) |
| Test de Vocabulario Peabody (A) | 91 | 92 | 104 | 114 | 117 | (109) |
| Comprensión | | | | | | |
| Comprensión Oral (A) | 10 | 10 | 12 | 14 | 14 | |
| Comprensión de Órdenes en Forma Oral (A) | 6 | 6 | 8 | 9 | 10 | |
| Lectura | | | | | | |
| Palabras Frecuentes (T) | 21 | 19 | 16 | 10 | 9 | |
| Palabras Infrecuentes (T) | 33 | 29 | 19 | 15 | 11 | (13) |
| Pseudopalabras (T) | 37 | 35 | 26 | 21 | 17 | (22) |
| Pseudopalabras Homófonas (T) | 42 | 34 | 29 | 22 | 20 | (30) |
| Total Palabras (A) | 55 | 56 | 59 | 62 | 63 | (60) |
| Comprensión de Órdenes Escritas (A) | 6 | 7 | 8 | 10 | 10 | (9) |
| Comprensión de un Texto (A) | 7 | 9 | 11 | 12 | 13 | |
| Decisión Léxica (T) | 227 | 185 | 137 | 79 | 68 | (106) |
| Gramática | | | | | | |
| Inconcordancias Gramaticales (A) | 7 | 7 | 9 | 10 | 10 | |
| Construir Enunciados (A) | 35 | 40 | 57 | 63 | 63 | (60) |
| Abstracción | | | | | | |
| Sinónimos (A) | 8 | 10 | 13 | 14 | 15 | |
| Analogías (A) | 5 | 7 | 9 | 11 | 12 | (10) |

Perfil de puntuaciones promedio de la BNTAL en niños control de 11 años

Batería Neuropsicológica para Niños con Trastornos del Aprendizaje.
Perfil en percentiles para niños de 10, 11 y 12 años.

Nombre _____ Edad (meses) 134.7 Grado _____ Sexo M Dx TL (N=4)
 Fecha de nacimiento _____ Fecha de aplicación _____

| PRUEBAS | 10 | 20 | 50 | 80 | 90 | |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| Procesamiento Fonológico | | | | | | |
| Denominación Serial Rápida Dígitos (T) | 39 | 31 | 25 | 21 | 19 | (22) |
| Denominación Serial Rápida Letras (T) | 37 | 34 | 24 | 23 | 19 | |
| Denominación Serial Rápida Colores (T) | 49 | 46 | 38 | 32 | 28 | (34) |
| Denominación Serial Rápida Figuras (T) | 70 | 56 | 47 | 40 | 36 | (43) |
| Denominación Serial Rápida (E) | 6 | 3 | 1 | 0 | 0 | (2) |
| Denominación y Vocabulario Receptivo | | | | | | |
| Test de Denominación de Boston(A) | 33 | 36 | 40 | 49 | 52 | (43) |
| Test de Vocabulario Peabody (A) | 91 | 92 | 104 | 114 | 117 | (108) |
| Comprensión | | | | | | |
| Comprensión Oral (A) | 10 | 10 | 12 | 14 | 14 | |
| Comprensión de Órdenes en Forma Oral (A) | 6 | 6 | 8 | 9 | 10 | |
| Lectura | | | | | | |
| Palabras Frecuentes (T) | 21 | 19 | 16 | 10 | 9 | |
| Palabras Infrecuentes (T) | 33 | 29 | 19 | 18 | 11 | |
| Pseudopalabras (T) | 37 | 35 | 26 | 21 | 17 | (22) |
| Pseudopalabras Homófonas (T) | 42 | 34 | 24 | 22 | 20 | |
| Total Palabras (A) | 55 | 56 | 59 | 62 | 63 | (60) |
| Comprensión de Órdenes Escritas (A) | 6 | 7 | 8 | 10 | 10 | |
| Comprensión de un Texto (A) | 7 | 9 | 11 | 12 | 13 | |
| Decisión Léxica (T) | 227 | 185 | 137 | 99 | 68 | |
| Gramática | | | | | | |
| Inconcordancias Gramaticales (A) | 7 | 7 | 9 | 10 | 10 | |
| Construir Enunciados (A) | 35 | 40 | 57 | 63 | 63 | (59) |
| Abstracción | | | | | | |
| Sinónimos (A) | 8 | 10 | 12 | 14 | 15 | (11) |
| Analogías (A) | 5 | 7 | 9 | 11 | 12 | (10) |

Perfil de puntuaciones promedio de la BNTAL en niños control de 12 años

**Batería Neuropsicológica para Niños con Trastornos del Aprendizaje.
Perfil en percentiles para niños de 10, 11 y 12 años.**

Nombre _____ Edad (meses) 148 Grado _____ Sexo M Dx C (N=2)
Fecha de nacimiento _____ Fecha de aplicación _____

| PRUEBAS | 10 | 20 | 50 | 80 | 90 | |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| Procesamiento Fonológico | | | | | | |
| Denominación Serial Rápida Dígitos (T) | 39 | 31 | 25 | 21 | 19 | (20) |
| Denominación Serial Rápida Letras (T) | 37 | 34 | 26 | 23 | 19 | (21) |
| Denominación Serial Rápida Colores (T) | 49 | 46 | 38 | 32 | 27 | (26) |
| Denominación Serial Rápida Figuras (T) | 70 | 56 | 47 | 40 | 36 | (39) |
| Denominación Serial Rápida (E) | 6 | 3 | | 0 | 0 | |
| Denominación y Vocabulario Receptivo | | | | | | |
| Test de Denominación de Boston (A) | 33 | 36 | 40 | 49 | 52 | (43) |
| Test de Vocabulario Peabody (A) | 91 | 92 | 104 | 114 | 117 | (107) |
| Comprensión | | | | | | |
| Comprensión Oral (A) | 10 | 10 | 12 | 14 | 14 | (11) |
| Comprensión de Órdenes en Forma Oral (A) | 6 | 6 | 8 | 9 | 10 | |
| Lectura | | | | | | |
| Palabras Frecuentes (T) | 21 | 19 | 16 | 10 | 9 | |
| Palabras Infrecuentes (T) | 33 | 29 | 19 | 15 | 11 | (17) |
| Pseudopalabras (T) | 37 | 35 | 26 | 21 | 17 | (22) |
| Pseudopalabras Homófonas (T) | 42 | 34 | 29 | 22 | 20 | |
| Total Palabras (A) | 55 | 56 | 59 | 62 | 63 | |
| Comprensión de Órdenes Escritos (A) | 6 | 7 | 8 | 10 | 10 | |
| Comprensión de un Texto (A) | 7 | 9 | 11 | 12 | 13 | (10) |
| Decisión Léxica (T) | 227 | 185 | 137 | 79 | 68 | (117) |
| Gramática | | | | | | |
| Inconcordancias Gramaticales (A) | 7 | 7 | 8 | 10 | 10 | |
| Construir Enunciados (A) | 35 | 40 | 57 | 63 | 63 | (54) |
| Abstracción | | | | | | |
| Sinónimos (A) | 8 | 10 | 12 | 14 | 15 | |
| Analogías (A) | 5 | 7 | 9 | 11 | 12 | (10) |

Perfil de puntuaciones promedio de la BNTAL en niños control de 10-12 años

Batería Neuropsicológica para Niños con Trastornos del Aprendizaje.
Perfil en percentiles niños de 10, 11 y 12 años.

Nombre _____ Edad (meses) 133.5 Grado _____ Sexo M Dx C (N=11)
 Fecha de nacimiento _____ Fecha de aplicación _____

| PRUEBAS | 10 | 20 | 50 | 80 | 90 | |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| Procesamiento Fonológico | | | | | | |
| Denominación Serial Rápida Dígitos (T) | 39 | 31 | 25 | 21 | 19 | (22) |
| Denominación Serial Rápida Letras (T) | 37 | 34 | 26 | 23 | 19 | (25) |
| Denominación Serial Rápida Colores (T) | 49 | 46 | 38 | 32 | 28 | (34) |
| Denominación Serial Rápida Figuras (T) | 70 | 56 | 47 | 40 | 36 | (43) |
| Denominación Serial Rápida (E) | 6 | 3 | 1 | 0 | 0 | (2) |
| Denominación y Vocabulario Receptivo | | | | | | |
| Test de Denominación de Boston(A) | 33 | 36 | 40 | 49 | 52 | (44) |
| Test de Vocabulario Peabody (A) | 91 | 92 | 104 | 114 | 117 | (108) |
| Comprensión | | | | | | |
| Comprensión Oral (A) | 10 | 10 | 12 | 14 | 14 | |
| Comprensión de Órdenes en Forma Oral (A) | 6 | 6 | 8 | 9 | 10 | |
| Lectura | | | | | | |
| Palabras Frecuentes (T) | 21 | 19 | 16 | 10 | | |
| Palabras Infrecuentes (T) | 33 | 29 | 19 | 15 | 11 | |
| Pseudopalabras (T) | 37 | 35 | 26 | 21 | 17 | (22) |
| Pseudopalabras Homófonas (T) | 42 | 34 | 26 | 22 | 20 | |
| Total Palabras (A) | 55 | 56 | 59 | 62 | 63 | (60) |
| Comprensión de Órdenes Escritos (A) | 6 | 7 | 8 | 10 | 10 | |
| Comprensión de un Texto (A) | 7 | 9 | 11 | 12 | 13 | |
| Decisión Léxica (T) | 227 | 185 | 137 | 79 | 68 | (98) |
| Gramática | | | | | | |
| Inconcordancias Gramaticales (A) | 7 | 7 | 5 | 10 | 10 | |
| Construir Enunciados (A) | 35 | 40 | 57 | 63 | 63 | (59) |
| Abstracción | | | | | | |
| Sinónimos (A) | 8 | 10 | 12 | 14 | 15 | |
| Analogías (A) | 5 | 7 | 9 | 11 | 12 | (10) |