

03086

6  
2ej

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**  
**COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES**  
**UNIDAD ACADEMICA DE LOS CICLOS PROFESIONAL Y DE**  
**POSGRADO**

**CENTRO DE NEUROBIOLOGIA**



**POTENCIALES RELACIONADOS CON EVENTOS VISUALES**  
**DURANTE LA LECTURA EN NIÑOS:**  
**LECTORES DEFICIENTES Y LECTORES NORMALES**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE**  
**DOCTOR EN CIENCIAS FISIOLÓGICAS**

**presenta**

**M. EN C. MARIO ARTURO RODRIGUEZ CAMACHO**

**Asesora: Dra. Thalia Harmony**

**México, D.F.**

**1995**

1

**TESIS CON**  
**FALLA DE ORIGEN**

**FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **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 está 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 fue realizada en las instalaciones del Laboratorio de Neurometria, que pertenece al Proyecto de Neurociencias de la Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, U N A M

Esta tesis fue dirigida por la Dra Thalia Harmony Baillet.

Este trabajo fue apoyado parcialmente por

P A D E P Proyecto numero 30372 (1992-1994).

D G A P A Proyecto IN202492 (1992-1994)

## AGRADECIMIENTOS

Mi mas sincero agradecimiento a mis asesores que durante estos años han enriquecido mi trabajo -no solo este- con su experiencia

A la Dra. Thalia Harmony por sus valiosas aportaciones para el diseño y conducción de esta tesis, por su paciencia

A mis cotutores Dra. Feggy Ostrosky y Dr. Jose Marcos por sus criticas constructivas y su generosa cooperación

A mis sinodales por su colaboracion para poner en claro las ideas y corregir este escrito.

Dra. Erzsebet Marosi                      Dra. Gloria Otero  
Dr. Leon Cintra                              Dr. Marcos Velasco

A mis queridos y excelentes compañeros del Laboratorio de Neurometria de la ENEP Iztacala, quienes de una forma u otra colaboraron en la realización del trabajo:

Jorge Bernal, Thalia Fernández, Héctor Rodríguez, Juan Silva, Guillermina Yáñez, Alfonso Reyes, Vicente Guerrero, Antonio Fernández, Miguel Rodríguez, Alicia Cruz.

A los niños que participaron en este estudio al igual que a sus familias.

## CON GRAN CARIÑO DEDICO ESTE TRABAJO

A cada uno de los miembros de mi familia, de quien aprecio que en toda circunstancia me hayan dado lo mejor que tienen, en especial a MI ABUELA, a su persona sencilla, generosa sin limite, cercana al corazón.

A Thalita, motivadora incansable de lo que hay en mi lado bueno

A mis amigos, con quienes tanto he disfrutado de la vida...

### UN LECTOR

Que otros se jacten de las páginas que han escrito;  
a mí me enorgullecen las que he leído.  
No habré sido un filólogo,  
no habré inquirido las declinaciones, los modos, la laboriosa  
mutación de las letras,  
la *de* que se endurece en *te*,  
la equivalencia de la *ge* y de la *ka*,  
pero a lo largo de mis años he profesado  
la pasión de lenguaje.  
Mis noches están llenas de Virgilio:  
haber sabido y haber olvidado el latín  
es una posesión, porque el olvido  
es una de las formas de la memoria, su vago sótano,  
la otra cara secreta de la moneda.  
Cuando en mis ojos se borraron  
las vanas apariencias queridas,  
los rostros y la página,  
me di al estudio del lenguaje de hierro  
que usaron mis mayores para cantar  
espadas y soledades,  
y ahora, a través de siete siglos,  
desde la Última Thule,  
tu voz me llega. Snorri Sturluson.  
El joven, ante el libro, se impone una disciplina precisa  
y lo hace en pos de un conocimiento preciso:  
a mis años, toda empresa es una aventura  
que linda con la noche.  
No acabaré de descifrar las antiguas lenguas del Norte,  
no hundiré las manos ansiosas en el oro de Sigurd;  
la tarea que he emprendido es ilimitada  
y ha de acompañarme hasta el fin,  
no menos misteriosa que el universo  
y que yo, su aprendiz.

Jorge Luis Borges (en "Elogio de la sombra", 1969).

La atracción entre sílabas y palabras no es distinta a la de los astros y los cuerpos.  
La antigua noción de analogía reaparece: la naturaleza es un lenguaje y este,  
por su parte, es un doble de aquella.  
Recobrar el lenguaje natural es volver a la naturaleza antes de la caída y de la historia..  
Octavio Paz (en "Corriente Alterna").

## INDICE

RESUMEN	1
SUMMARY	2
I - INTRODUCCION	
1 - La lectura	3
a) Modelo de comprensión de la lectura	6
2 - Los niños con trastornos en la lectura	10
a) Los Lectores Deficientes	11
3 - Los Potenciales Relacionados con Eventos (PREs)	17
a) Lectura y PREs	18
4 - Estudio de niños con trastornos en la lectura utilizando PREs	19
5 - Componentes tempranos de los PREs visuales	20
6 - El componente N400	22
a) N400 en niños	26
II - HIPOTESIS	28
III - OBJETIVOS	30
IV - METODOLOGIA	32
1 - Sujetos	35
2 - Procedimiento de registro de los PRE	
a) Características de los estímulos	35
b) Técnica de registro de los PRE	37
c) Diseño experimental y análisis de datos	
Evaluación de:	
Medidas conductuales	39
Los componentes de los PRE:	
Componentes tempranos	39
Componente N400	40
Efecto N400	40
Distribución topográfica de N400 en los dos grupos	40
Lateralización hemisférica de los componentes tempranos y de N400	41
Análisis estadístico	41
Cálculo del efecto de:	
Tipo de oración	43
Grupo	43
Distribución topográfica	43

V - RESULTADOS	44
Medidas conductuales	44
Medidas electrofisiológicas	46
Efecto del tipo de oración	
Componentes tempranos	50
Componente N400	51
Efecto de grupo	
Componentes tempranos	53
Componente N400	61
Lateralización hemisférica de los componentes tempranos	62
Distribución topográfica de N400	62
VI - DISCUSION	66
Conclusión	76
VII - REFERENCIAS	78



## RESUMEN

Los Lectores Deficientes (LD) son aquellos niños cuyo rendimiento en la lectura esta de 1 a 2 desviaciones estandar por debajo de lo esperado para su edad. Dentro del grupo de niños que sufren de trastornos en la lectura, los LD son los más numerosos. Diversos estudios psicológicos señalan que sus deficiencias se encuentran en los procesos de reconocimiento de palabras y de comprensión de textos.

Los Potenciales Relacionados con Eventos (PRE) tienen una gran resolución temporal que permite el análisis de la secuencia de eventos neurales subyacentes a un proceso cognoscitivo como la lectura, sin embargo los estudios de LD donde se utilizan PRE para evaluar sus deficiencias cognoscitivas son escasos. El objetivo de este estudio fue explorar en lectores normales (LN) y en LD 3 clases de mecanismos involucrados en la lectura de frases, mediante un componente específico de los PRE para cada proceso: a) P150 relacionado con el procesamiento visual primario, b) N100 y P200 que reflejan procesos de atención relacionados con estímulos lingüísticos y c) N400 que se ha relacionado con los procesos de reconocimiento de palabras y de integración del léxico (IL). La hipótesis fue que los LD mostrarían signos electrofisiológicos de inmadurez funcional en todos los componentes de los PRE. Ambos grupos de niños (LD n= 16 y LN = 23) llevaron a cabo tareas conductuales de lectura, con el objeto de clasificarlos dentro de uno de los grupos, después se registraron sus PRE durante la lectura de frases semánticamente congruentes e incongruentes, de acuerdo al paradigma de Kutas y Hillyard (1980b) para la obtención del componente N400.

Los resultados mostraron mayor amplitud de los componentes P150, N100 y P200 en los LD respecto a los LN, lo que puede interpretarse como un signo electrofisiológico de que requieren de un mayor esfuerzo de atención durante la lectura, denotando la falta de automatización del procesamiento lingüístico temprano, indispensable para una comprensión eficiente. En el componente N400, los LD, con respecto a los LN mostraron: a) una semejanza en sus respuestas a oraciones congruentes e incongruentes, lo que revela un deficiente reconocimiento de incongruencias semánticas, sobre todo en el hemisferio izquierdo, b) mayor latencia del efecto N400, es decir un proceso de IL más lento, c) una topografía del efecto N400 con predominio frontal compatible con la demostrada para niños más pequeños que los de esta muestra, y por otra parte, revela que la actividad de IL en los LD es un proceso que en ellos requiere de un gran esfuerzo de atención, en contraste con los LN que se caracterizaron por un proceso de IL más rápido, y con topografía en la región centro parietal derecha, lo que denota que en ellos dicho proceso ya no requiere de atención. Los hallazgos permiten concluir que funcionalmente la lectura en los LD no es un proceso automático, pues requiere de mayor atención tanto en el análisis temprano de información lingüística como en el proceso de IL, en el que no son tan eficientes como los LN. Lo anterior es compatible con la hipótesis de que un retraso en la maduración puede explicar las fallas de los LD con respecto a los procesos de reconocimiento de palabras y de comprensión de textos.

## SUMMARY

"Poor readers" are defined as those children who read between one and two standard deviations below grade level. It is considered that they represent the largest group between the so-called children with reading disabilities. Numerous psychometric studies have pointed out that word recognition and text comprehension processes are the locus of the deficiencies of the PR.

Event-related potentials (ERPs) allow the analysis of the neural events involved in cognitive processes such as reading, as they have a great time resolution. Nevertheless, studies in which ERPs are used to evaluate the cognitive deficits of the PR are scarce. The purpose of this study was the exploration in the PR of three mechanisms involved in reading, using three specific components of the ERPs: a) P150 which has been related to visual primary processes, b) N100 and P200 that are considered to reflect priming and selective attentional processes related to linguistic stimuli, c) N400 which is related to word recognition and lexical integration processes. A sample of 16 PR and 23 normal readers (NR) between 10 and 12 years old were studied. Both groups of children performed reading tasks in order to be classified in one of the two groups, and then ERPs were obtained from the children while reading congruent and incongruent sentences according to the paradigm for the N400 elicitation (Kutas and Hillyard, 1980b).

The PR group showed greater amplitudes of the P150, N100 and P200 components as compared to the NR group. This can be interpreted as a greater attentional effort of the PR when reading, showing a lack of automatization in the early phase of linguistic processing in this group. Word recognition automatization is necessary for a better comprehension during reading. In the N400 component, PR showed: a) the responses to congruent and to incongruent sentences were very similar mainly in the left hemisphere, this fact reflects a deficit in the recognition of semantic incongruences, b) longer latency of the N400 effect which reflects a slower lexical integration process, c) a frontal topography of the N400 effect, similar to the topography that has been showed for younger children. The predominance of the N400 effect in frontal region suggests that lexical integration in PR is a controlled process and as such, it requires more attention, in contrast, NR had a faster lexical integration process (shorter N400 effect latency), and the N400 topography in this group showed a right centro-parietal distribution which suggests that the lexical integration in NR does not require an attentional effort. It is concluded that reading in the PR is not an automatized process, because it requires more attention both, during the early analysis of linguistic information and during the lexical integration process, being PR less efficient than NR. These findings support the maturational lag hypothesis to explain the deficiencies in word recognition and text comprehension processes of the PR.

## I.-INTRODUCCION

Transmutacion de las formas y sus cambios y movimientos en signos inmoviles -escritura. Disipacion de los signos -lectura. Por la escritura abolimos las cosas, las convertimos en sentido; por la lectura abolimos los signos, apuramos el sentido y, casi inmediatamente, lo disipamos -el sentido vuelve al amasijo primordial. O. Paz ("El mono gramatico")

### **La Lectura (una aproximación cognoscitiva)**

De acuerdo a Rayner y Pollatsek (1989), leer es tener la habilidad de extraer la información visual contenida en un texto y comprender su significado, supone por lo tanto mecanismos de decodificación que sirven a un proposito fundamental, la comprensión del lenguaje escrito.

La lectura es una función en la que se utilizan activamente todos nuestros recursos mentales, describirla implica incidir en el estudio de varios procesos como la percepción visual, la atención o la memoria por mencionar sólo unos cuantos. Por lo tanto conocer los procesos que intervienen en la lectura supondría para la psicología cognoscitiva un avance significativo en el conocimiento de las funciones básicas de la mente.

Al leer y comprender lo que se lee, el sistema cognoscitivo identifica las letras, convierte las letras en sonidos, construye una representación fonológica de la palabra, accesa los significados de ésta, selecciona un significado apropiado al contexto, asigna un valor sintáctico a la palabra, construye el significado de la frase, integra el significado de las frases para elaborar el sentido global del texto, realiza inferencias basadas en el conocimiento del mundo, etc. La psicología cognoscitiva no sólo explora estos procesos y construye modelos detallados de cada uno de ellos, además se propone conocer cómo estos procesos se ensamblan e intercambian información, cómo cooperan o compiten para

alcanzar el producto final, que es la comprensión del texto. Existe un consenso general al considerar la lectura como una actividad que incluye varios niveles o componentes de procesamiento, aunque exista desacuerdo en casi todo lo demás. Dentro de los problemas que se plantean para construir una "arquitectura funcional de la lectura" se encuentran a) la identificación de los componentes cognoscitivos, b) el establecimiento de la disposición temporal de dichos componentes y c) la determinación del modo en que los componentes se comunican entre sí.

Según Vega et al., (1990) y Rayner y Pollatsek (1989) la arquitectura funcional de la lectura se reduce a dos tipos de modelos: los modulares y los interactivos.

Los primeros postulan que los mecanismos de análisis de la entrada aferente ("input") entre los que se incluyen los sistemas perceptuales y el lenguaje, son modulares (Fodor, 1983); es decir, compuestos por unidades funcionales autónomas o módulos, que se encuentran "encapsulados", por lo que el flujo de información solo va de "abajo hacia arriba" (desde módulos inferiores hacia los superiores). Por ejemplo, los mecanismos de acceso al léxico proporcionarían información a los responsables del análisis sintáctico, pero no a la inversa. Así, el supuesto del encapsulamiento permitiría hacer predicciones empíricas: los rasgos analizados por un procesador de alto nivel no deberán influir nunca en las decisiones de un procesador de nivel inferior, por lo que el significado de una frase no deberá afectar por ejemplo, a la duración del análisis sintáctico, en cambio, lo contrario sí puede ocurrir. Otras características funcionales de los módulos son: a) que son mecanismos altamente especializados, de forma que sólo ejecutan una operación única (un supuesto módulo sintáctico solamente asignaría una categoría sintáctica a cada

palabra de una frase, sin ningún papel en el procesamiento léxico o de asignación de significado de la frase). b) que funcionan de manera automática u obligatoria en presencia del "input" adecuado, el módulo ejecuta su función de manera inevitable y a gran velocidad, c) que el sujeto tiene acceso limitado a las representaciones generadas por los módulos, pues éstas no alcanzan el umbral de su conciencia y se desvanecen rápidamente de la memoria, d) que se desarrollan tempranamente en los niños como corresponde a dispositivos de origen filogenético pues se especula con su carácter biológico real, considerando a los módulos como "órganos psíquicos" neurológicamente definidos. Por último, ninguna teoría modular acepta que todo el sistema cognoscitivo sea modular. Existe un "sistema conceptual central" que escapa a las limitaciones de la modularidad, ya que no está encapsulado y se ve afectado por multitud de "inputs" de otros sistemas (emociones, afectos, contenidos de memoria, aferencias sensoriales), además controla y ejecuta una gran cantidad de acciones

Los modelos interactivos asumen que existe un procesamiento en paralelo entre los diferentes niveles y además una comunicación bidireccional (de arriba hacia abajo y de abajo hacia arriba) entre ellos. La activación de cada nivel depende de "inputs" procedentes de otros niveles tanto inferiores como superiores, por ejemplo, el procesamiento sintáctico depende de información procedente del nivel léxico, pero también del nivel semántico. Lo anterior no implica que no exista una especialización funcional pues siguen existiendo mecanismos especializados, pero no es obligatoria la comunicación unidireccional. No obstante, la comunicación bidireccional sólo ocurre entre niveles contiguos, lo cual parece intuitivamente razonable, pues sería poco plausible

por ejemplo, que el procesamiento sintáctico influyera sobre la percepción de las letras. Los principales argumentos a favor de los modelos interactivos se relacionan con la existencia de procesos relacionados con el contexto durante la comprensión, lo que sugiere procesos de arriba-abajo. Por ejemplo, las palabras reales se leen más de prisa que las pseudopalabras, lo que inclina a pensar que el procesador léxico pasa información al procesador fonológico. Si se lee material manuscrito, algunas letras suelen estar distorsionadas y sin embargo, el lector es capaz de leerlas valiéndose del contexto de la palabra o la frase en que aparecen.

Se admite que las diferencias entre los dos tipos de modelos se reducen casi exclusivamente a las direcciones admitidas para el flujo de información, debatiéndose si un procesador puede o no ser condicionado por la acción de otro componente de nivel superior. Los datos empíricos disponibles pueden interpretarse desde ambas concepciones.

#### **a) Modelo de comprensión de la lectura:**

Se ofrece un modelo de comprensión de la lectura basado en las ideas de Brown y Hagoort (1993) y Holcomb (1993). Ver el modelo anexo (Figura 1).

Se inicia con el proceso de extracción de rasgos de una palabra escrita, reconociendo rasgos visuales elementales a partir de los cuáles el mecanismo de acceso al léxico comienza a activar información léxica almacenada en la memoria de largo plazo. Una posibilidad es que este proceso involucre un aumento en la actividad de un "detector" asociado con cada ítem del léxico, a medida que esté disponible mayor evidencia para ese ítem en particular. Los "detectores" para otros ítems recibirán

activación en forma proporcional a su similitud con el ítem en cuestión. En algún punto, un ítem del léxico llegara a estar activado al grado que pueda decirse que fue reconocido. Esto puede ocurrir cuando el "detector" para ese ítem sobrepase un umbral predeterminado, o cuando disminuya la actividad de otros ítems competidores, dejando solamente un ítem activado.

El acceso al léxico implica establecer un vínculo entre la palabra leída y el conocimiento léxico, en este proceso se reconoce el significado de la palabra. El acceso al léxico y el reconocimiento de palabras se presentan como dos procesos separados porque pueden distinguirse conceptualmente. Sin embargo, no está claro por qué deben considerarse como procesos separados. Estos procesos pueden ser afectados por cualquier operación que cambie, ya sea la tasa de activación o el nivel del umbral de reconocimiento. Por ejemplo, la Facilitación Semántica (FS en el modelo) o "semantic priming", resulta al menos en parte, de la diseminación de la activación de un ítem del léxico recientemente accesado (así, al haber accesado el ítem "gato" se facilita al "detector" del ítem "perro" acercándolo a su umbral de reconocimiento). En este efecto de facilitación dada por el contexto se asume implícitamente que el léxico está organizado semánticamente.

Hasta este punto, el flujo de información ha sido de abajo hacia arriba, sin embargo, como se explicaba antes, este es un punto en debate puesto que hay evidencias de que existe influencia de niveles superiores sobre estos procesos inferiores.

Cuando una palabra ya ha sido reconocida, su significado y sus cualidades sintácticas están disponibles para subsecuentes procesos de comprensión que

habitualmente tienen que ver con información que proviene de más de una palabra. Uno de esos procesos involucra al análisis estructural o sintáctico de la frase que se va a comprender. Este proceso aprovecha información que queda disponible durante el acceso al léxico.

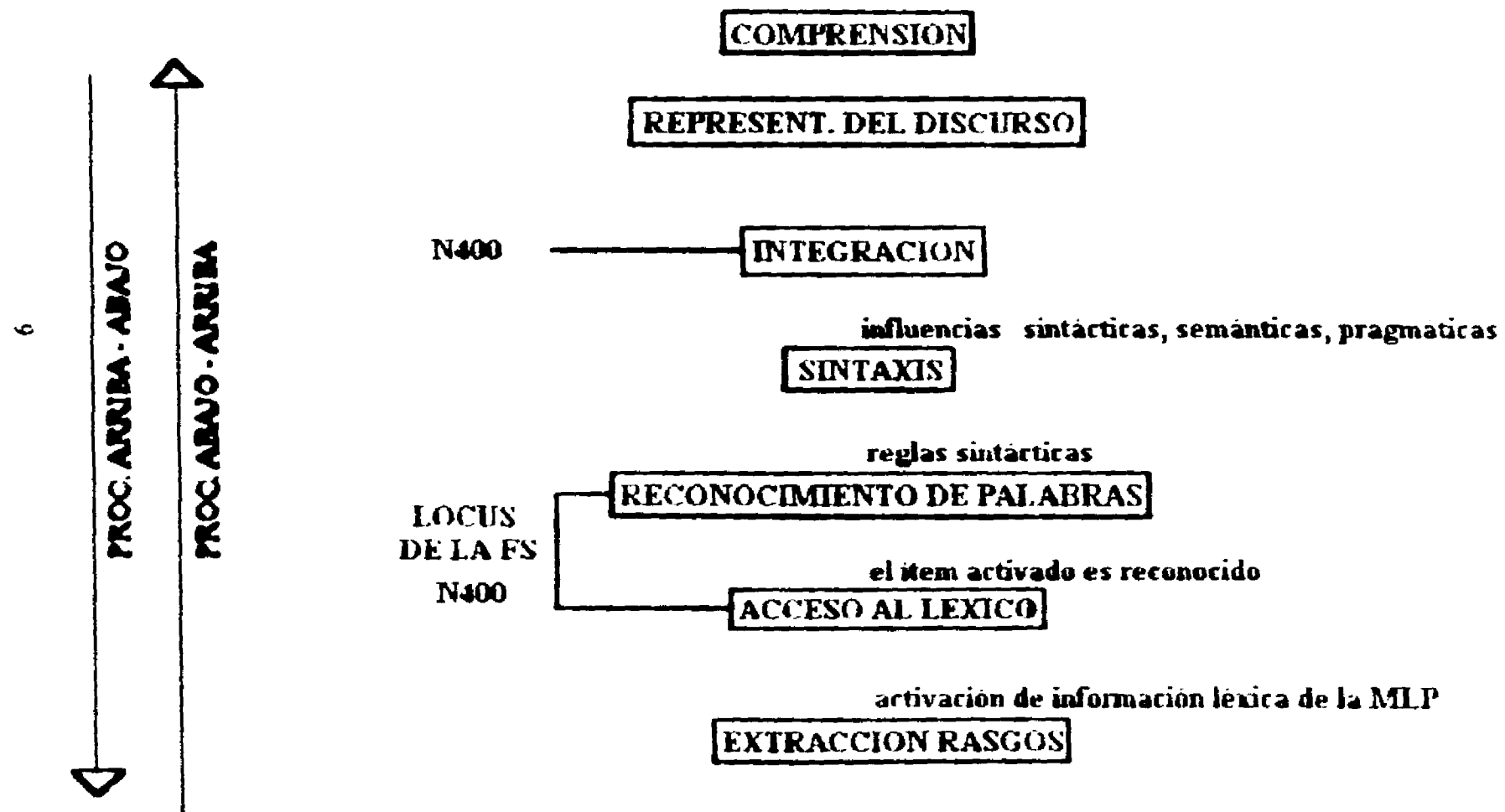
La comprensión final de la lectura involucra integrar información proveniente de varias fuentes (influencias sintácticas, semánticas, pragmáticas). A este proceso post-lexical se le llama integración del léxico, y se ha mostrado que presenta sensibilidad a un gran rango de influencias contextuales, una consecuencia práctica es que la información que viene llegando de niveles inferiores será más fácil de integrar, si tiene relación con lo que ha llegado previamente.

La integración del léxico da lugar a lo que se ha llamado la representación del discurso o los modelos mentales del lenguaje. La comprensión de la lectura (o del lenguaje hablado) se obtiene de la representación del discurso.

En el modelo se señalan dos mecanismos relacionados con la aparición del componente N400: a) el del reconocimiento de palabras y b) el de la integración del léxico, que se comentarán en el apartado de N400.



FIGURA 1.- MODELO DE LA COMPRESION DE LA LECTURA



## **2.- Los niños con trastornos en la lectura**

El estudio de los niños con trastornos en la lectura ("reading disabilities") sugiere que éstos conforman una población sumamente heterogénea respecto a las alteraciones que presentan y que pueden agruparse en distintos subtipos cuando se evalúan diferentes habilidades lingüísticas, cognoscitivas y perceptuales (Lyon, 1982)

Las investigaciones neuropsicológicas llevadas a cabo en estos niños, han demostrado alteraciones en distintas fases del procesamiento de la información que pueden incluir problemas: a) perceptuales (Rayner y Pollatsek, 1989), b) en el procesamiento temporal de la información (Tallal et al., 1993; Galaburda y Livingstone, 1993), c) en la discriminación visual o auditiva (Boder, 1973; Mattis et al., 1975), d) en un patrón anormal de movimientos oculares (Fletcher, 1993; Rayner y Pollatsek, 1989), e) en el procesamiento fonológico de la información lingüística (Torgesen, 1988; Ackerman et al., 1990; Cornwall, 1992; Ackerman y Dykman, 1993), f) en la memoria a corto plazo visual o auditiva (Boder, 1973; Mattis et al., 1975; Petrauskas y Rourke, 1979; Lyon, 1982) y g) en la memoria de trabajo (Swanson, 1993).

Rayner y Pollatsek (1989) han establecido una útil distinción operacional entre disléxicos, lectores deficientes (poor readers) y lectores retardados (backward readers), a partir del desempeño de cada uno en pruebas estandarizadas de lectura. Así, los disléxicos tienen puntajes de 2 o más desviaciones estándar por debajo de lo esperado para su edad (según las pruebas normadas de lectura); los lectores deficientes están entre 1 y 2 desviaciones estándar. Estos grupos presentan un coeficiente intelectual (CI) normal.

Finalmente, los lectores retrasados presentan CI bajo y se supone que ésta sea la causa principal de su bajo rendimiento en la lectura

#### **a) Los Lectores Deficientes**

Los Lectores Deficientes ("Poor readers", "less-skilled readers" o "garden variety poor readers" de la literatura inglesa) representan un 13% de la población escolar de acuerdo a Rayner y Pollatsek (1989), en tanto que la frecuencia de la dislexia sería de 2% de acuerdo a estos mismos autores, lo que pone de manifiesto la importancia epidemiológica de los Lectores Deficientes (LD)

Además, los LD difieren de los disléxicos en a) generalmente, los disléxicos tienen una historia de trastornos en el lenguaje previa a sus problemas de lectura, lo que no es el caso de los LD (Tallal et al., 1993; Anderson et al., 1993), b) los disléxicos muestran persistencia de sus déficits en la lectura a lo largo de su vida, en tanto que los LD muestran mejoras significativas de sus trastornos de lectura con la edad (Kinsbourne et al., 1991; Anderson et al., 1993; Rutter, 1978; Rayner y Pollatsek, 1989). c) evidencias recientes en la literatura señalan lesiones anatómicas definidas en los disléxicos: simetría del planum temporale (Galaburda et al., 1985), simetría o asimetría invertida en la corteza parieto-occipital (Hynd et al., 1991), frontal (Hynd et al., 1995), anomalías morfológicas en la corteza temporal izquierda (Hynd et al., 1995), menor tamaño de la rodilla y el esplenio del cuerpo calloso (Hynd et al., 1995), menor tamaño y desorganización de las células magnocelulares en el núcleo geniculado lateral del tálamo (Galaburda y Livingstone, 1993); d) anomalías neurofuncionales en el sistema visual transitorio

(Livingstone et al., 1991, Lovegrove et al., 1990), y e) déficits en el procesamiento de la secuencia temporal de los estímulos que se presentan muy rápidamente (Tallal et al., 1991)

Todo este cúmulo de literatura así como el hecho de que la dislexia se presente en familias, señala que sus causas sean probablemente genéticas. En tanto que para los LD no se ha reportado ninguna de las características anomalías anatómicas mencionadas, excepto asimetrías del ventrículo lateral y de la cisura de Silvio (Fernández, et al., 1995), y desde el punto de vista funcional Harmony et al. (1995) reportaron actividad electroencefalográfica lenta. (Ver la tabla I que resume lo anterior)

A pesar de las grandes diferencias descritas en el párrafo anterior, dentro del campo de la medicina (Shaywitz et al., 1992) y de la psicología (Stanovich, 1991; 1988) se propone que la dislexia sólo represente el extremo inferior dentro de la distribución normal de la habilidad para leer, (donde los lectores normales se encuentren en la media, un poco hacia la izquierda los LD, y los disléxicos en el extremo inferior). Lo anterior nos permite especular acerca de si las anomalías anatomo-funcionales descritas para los disléxicos, se encuentran en menor grado en los LD.

Los problemas de los LD han sido estudiados con más detalle por la psicología, donde algunos autores han sugerido que el origen de las dificultades en la lectura en los LD se debe a un retraso en la maduración ("maturational lag") de varias subhabilidades de la lectura, (Stanovich, 1988; Harmony et al., 1995). Esta teoría se ha probado en estudios psicológicos en los que el diseño incluye un grupo de LD de mayor edad

TABLA I

CARACTERISTICA	DISLEXICOS	LECTORES DEFICIENTES
CI	Normal	Normal
Frecuencia relativa	2 %	13 %
Antecedentes	Trastornos de lenguaje previos a la aparicion de deficiencias en la lectura	No reportados
Evolución	Deficiencias en la lectura a lo largo de toda su vida	Mejoria en las deficiencias de lectura con la edad
Lesiones anatomicas	<p>1) Simetria del planum temporale (en contraste con una asimetria I &gt; D normal).</p> <p>2) Menor tamaño de la rodilla y el esplenio del Cuerpo Calloso.</p> <p>3) Menor tamaño y desorganización de las neuronas magnocelulares en el Núcleo Geniculado Lateral del Tálamo.</p> <p>4) Simetria o asimetria invertida en corteza parieto-occipital</p> <p>5) Anomalias morfológicas en corteza temporal izquierda</p>	1) Asimetrías de los ventriculos laterales y las cisuras de Silvio, con predominancia izquierda
Anomalias neurofisiológicas	<p>1) EEG normal.</p> <p>2) Fallas en el sistema visual transitorio.</p> <p>3) Deficiencias en el procesamiento de la secuencia temporal de estímulos auditivos y somatosensoriales presentados muy rápidamente.</p>	1) EEG lento.
Causa	Probablemente genética.	Desconocida.

comparado con lectores normales mas pequeños, los resultados han mostrado que el rendimiento de ambos grupos en la lectura es similar (Stanovich, 1991).

Stanovich (1991) afirma que los niños con dificultades en la lectura ("reading disabilities") deben tener un déficit cognoscitivo "específico para esta tarea, y no un déficit que afecte a muchos dominios cognoscitivos, ya que si así fuera, la constelacion de habilidades llamada inteligencia también se vería afectada". De este modo, el déficit clave en las dificultades en la lectura debe ser un "proceso de dominio específico" (Fodor, 1983)

Muchos investigadores han localizado este proceso en 1) el nivel de Reconocimiento de Palabras (RP) o nivel de decodificación de la palabra, o bien en 2) el nivel de la comprensión del texto, que incluye el procesamiento léxico, semántico, sintáctico y contextual, cuando la palabra se integra dentro de un contexto.

Según algunos modelos de lectura (LaBerge y Samuels, 1974; Spear-Swerling y Sternberg, 1994) el RP tiende a ser automático a medida que crece la habilidad lectora del niño, y esta automatización sirve para diferenciar a los lectores normales de los LD (Ehri y Wilce, 1983) Así, los LD tienen un RP menos automatizado (Samuels, et al., 1978; Schadler y Thissen, 1981, Spear-Swerling y Sternberg, 1994) y muestran mayor dependencia del contexto para reconocer visualmente las palabras. (Perfeti et al., 1978; Perfeti y Roth, 1981). Por otra parte, también el procesamiento más complejo en la lectura (en el nivel de comprensión del texto) permite diferenciar estas dos clases de lectores (Chabot et al., 1983). Los LD tienen menor habilidad sintáctica que los lectores normales (Byrne, 1981; Weinstein y Rabinovitch, 1971) y sus estrategias de comprensión

de los textos no son eficientes, por lo que se ha descrito que se aproximan al texto de forma más pasiva (Brandsford et al., 1982) y son menos sensibles a la estructura de los textos (Meyer et al., 1980)

Por otra parte, el papel de los factores contextuales durante la adquisición de la comprensión del lenguaje ha sido extensamente estudiado (Schwantes 1981, 1982, 1985, Stanovich, et al., 1985; Stanovich, et al., 1981, West y Stanovich, 1978) Un hallazgo que podría parecer contradictorio con la intuición ha sido que los lectores principiantes parecen depender de forma más importante del contexto de una oración para reconocer las palabras escritas en comparación con los lectores expertos.

Los estudios mencionados han explorado los efectos del contexto en la latencia para el RP en el niño cuando lee oraciones, obteniéndose que las palabras semánticamente congruentes con la oración que las precede muestran menores latencias de identificación que esas mismas palabras presentadas sin contexto. A esto se le llama efecto de facilitación o también efecto de facilitación semántica (semantic priming), y se encuentra presente también en los adultos, pero la magnitud de la facilitación es considerablemente mayor en los niños (Schwantes, 1985). Lo contrario sucede para palabras semánticamente incongruentes con el contexto de la oración precedente (efecto de interferencia). La interferencia es bastante marcada en los niños, pero es relativamente de poca importancia en los adultos.

Stanovich (1980, 1984) ha propuesto el modelo "compensatorio-interactivo de dos procesos" para explicar esos hallazgos, involucrando dos procesos en el RP: 1.- la

activación automática diseminada y 2 - la expectancia. La primera se refiere a que cada concepto en la memoria está representado como un nodo en la red semántica, cada nodo se liga a otros nodos relacionados semánticamente, formando el llamado léxico mental. Cuando se presenta una palabra se activa el nodo correspondiente, y esta activación se disemina a los nodos de la red que representan palabras que están relacionadas en significado. Como consecuencia, los nodos activados que representan palabras relacionadas con la que se presentó, necesitarán menos tiempo para ser procesadas si se presentan en forma subsecuente. La activación automática diseminada se considera un proceso totalmente automático. En contraste, la expectancia es un mecanismo que requiere de atención, pues lo genera el sujeto de acuerdo a la información que recibe de la palabra presentada. De este modo al leer una palabra el sujeto espera que le sigan otras parecidas, si esto sucede se facilitará su procesamiento, pero si no, el sujeto cambiará su foco de atención hacia un nuevo estímulo, con lo que el reconocimiento de este último será más lento (Brown y Hagoort, 1993; Schwantes, 1985).

El concepto "compensatorio" del modelo de Stanovich explica que las dificultades durante una etapa de la comprensión pueden compensarse haciendo mayor uso de información proveniente de otros niveles, de modo que el lector inexperto tiene un RP lento que le permite mayor tiempo para la activación automática diseminada, eso produce mayor facilitación para palabras relacionadas que para otras, explicando el efecto de facilitación. Al mismo tiempo un reconocimiento más lento permitiría al lector usar una estrategia de expectancia que resultaría en mayor facilitación para palabras relacionadas e interferencia para las no relacionadas. Para los lectores expertos,



Stanovich propone que el RP es un proceso automático de "abajo-arriba" independiente de procesos de alto nivel, por lo que ninguna compensación sería necesaria, no obstante, el RP puede beneficiarse de la activación automática diseminada, lo que explicaría el efecto de facilitación semántica en los adultos

Es muy importante dejar claro que los hallazgos de los experimentos anteriores establecen que los niños dependen más del contexto para decodificar (reconocer) una palabra, no para la integración de la misma. Es decir, la facilitación semántica en el niño le ayuda en el nivel del reconocimiento de palabras, no en el nivel de integración ni de comprensión de la lectura (ver el modelo en la figura 1).

### **3.- Los Potenciales Relacionados con Eventos (PRE)**

Los potenciales relacionados con eventos son un tipo de actividad eléctrica cerebral producida por un estímulo sensorial, una respuesta motora o un proceso relacionado con una etapa intermedia del procesamiento de información (atención, memoria, percepción, etc.) Los PRE tienen componentes exógenos y componentes endógenos, los primeros se encuentran relacionados directamente con las características físicas del estímulo. Los endógenos son aquellos que se relacionan con algún proceso interno como la generación de actividad motora o alguna etapa del procesamiento cognoscitivo de la información.

Los PRE tienen la ventaja de ser una de las técnicas no invasivas que proporcionan información, con gran resolución temporal, de la secuencia de eventos neurales involucrados en un proceso cognoscitivo, lo que es muy difícil de obtener con medidas puramente conductuales.

El método de los PRE ha contribuido al entendimiento de procesos sensoriales, cognoscitivos y lingüísticos siendo evidente que la utilidad de esta técnica es mucho mayor cuando se usa junto con mediciones conductuales, de manera que la interpretación de los datos electrofisiológicos y conductuales se complementa mutuamente (Neville et al , 1993)

#### **a) Lectura y PREs**

El estudio cognoscitivo de la lectura es un gran desafío debido a su complejidad. El lector realiza una multitud de operaciones casi simultáneamente con un preciso ajuste temporal entre ellas: identificar letras, convertirlas en fonemas, construir una representación fonológica de la palabra, y así hasta construir el significado total de una frase; éstos son procesos que ocurren a una gran velocidad, sin que seamos conscientes de ello. Por esto, las características de los PRE los hacen justamente adecuados para el estudio de los múltiples niveles de procesamiento en la lectura.

No obstante la gran cantidad de estudios referentes al procesamiento lingüístico utilizando PREs, es sólo hasta fechas recientes que se han obtenido resultados confiables y reproducibles, luego de vencer problemas metodológicos (Hillyard y Picton, 1987). Los trabajos de Kutas y Hillyard en la década de los 80 renovaron el interés por el estudio de los PREs durante la lectura (ver Kutas y Van Petten, 1988 para una revisión).

#### **4.- Estudios de niños con trastornos de la lectura utilizando PREs**

En los trabajos en los que se ha estudiado a los niños con trastornos en la lectura, se comparan un grupo de niños con trastornos con otro de niños normales de la misma edad, para valorar las diferencias entre los PRE de ambos grupos

En la gran mayoría de estos estudios, se ha comparado la amplitud y la latencia del componente P300, encontrándose el hallazgo típico de menor amplitud y mayor latencia de P300 en el grupo con trastornos comparado con el grupo control. Así, Lovrich y Stamm (1983) encontraron mayor amplitud de P300 auditiva en los normales, y ninguna diferencia en los componentes relacionados con la atención ni en las medidas conductuales. Holcomb et al. (1986) también hallaron que los disléxicos mostraban amplitudes más pequeñas de P300 auditiva. Olo y Squires (1986) estudiaron niños con déficit específico en el procesamiento auditivo en los cuales describieron una onda lenta (600 - 700 ms) más pequeña y menor negatividad frontal respecto a los controles, interpretando que la onda lenta reducida reflejaba una falla en el procesamiento tardío de los estímulos. Holcomb, et al., (1985) reportaron en los disléxicos, menores P300 a las palabras en comparación a los símbolos, así como mayores latencias y tiempos de reacción, lo que se interpretó como un déficit selectivo de los disléxicos para el procesamiento de palabras. Harter et al., (1988 a y b) hallaron que los niños con trastornos de lectura produjeron un componente N1 occipito-central mayor para estímulos que eran atendidos selectivamente a una posición espacial, concluyéndose que mostraban mayores habilidades de atención espacial no obstante su deficiencia para

seleccionar un estímulo blanco (mostrada por menor amplitud de P300) Taylor y Keenan, (1990) encontraron P300 de menor amplitud y mayor latencia en disléxicos que en normales en tareas no alfabéticas, alfabéticas y de decisión léxica simple, así como diferencias en la topografía de P300, sugiriendo que los disléxicos tienen un diferente patrón de desarrollo cognoscitivo comparado con los normales.

Existen relativamente pocos estudios efectuados en niños, que hayan usado estímulos lingüísticos para la evaluación específica de algunos de los procesos de lectura (Johnstone et al., 1984; Holcomb et al., 1985; Kok y Rooijackers, 1985; Stelmack et al., 1988; Taylor y Keenan, 1990, Taylor, 1993). En casi todos ellos, los niños hacen una tarea de decisión léxica, evaluándose los componentes P300 y en ocasiones N200, con los resultados mencionados en el párrafo anterior. Puede pensarse que este procedimiento es una manera menos natural de procesar la lectura comparado por ejemplo, con una situación real de lectura de frases (Kutas y Hillyard, 1980a, Holcomb et al., 1992; Neville et al., 1993). Dadas las fallas de los disléxicos en la lectura, se comprende que no se haya utilizado un paradigma de estimulación con lectura de frases, sin embargo como los LD presentan fallas menores en esta tarea comparados con los disléxicos, en el presente trabajo decidimos abordar el estudio de los LD durante la lectura de frases.

### **5.- Componentes tempranos de los PRE visuales:**

Por otra parte, se ha señalado la importancia de evaluar sistemáticamente la información que pueden proporcionar los componentes tempranos (anteriores a P300) de los PRE en el estudio del procesamiento de la información. Se ha demostrado que estos

componentes reflejan: 1) Eventos fisiológicos relacionados con procesos de atención tempranos para estímulos lingüísticos (N1 o N150, Neville et al., 1986), (N180 - equivalente a N150- de Curran et al., 1993) Este componente se localiza en regiones posteriores, lateralizado al hemisferio izquierdo. Se ha dicho que representa una facilitación temprana de la atención relacionada específicamente a los estímulos del lenguaje. En los experimentos antes mencionados la tarea para los sujetos adultos consistió en la lectura de frases congruentes e incongruentes, el componente N100 se presentó con las características mencionadas en ambos tipos de oraciones, de donde no muestra sensibilidad a las incongruencias semánticas. 2) Procesamiento visual temprano, sobre todo en el sistema visual transitorio que se inicia en las partes periféricas de la retina y es sensible a estímulos de alta frecuencia. Los componentes P150 y P350 se han relacionado con estos procesos (Neville et al., 1993, Holcomb et al., 1992). Tales componentes se observan solamente en las regiones posteriores, sin efectos de lateralización. Muestran disminución de amplitud y de latencia con la edad. En niños con trastornos del lenguaje, la amplitud de P150 y P350 es menor comparada con niños normales, concluyéndose que los niños con trastorno del lenguaje tienen fallas en el procesamiento visual primario, y específicamente en el sistema visual transitorio (Lovegrove et al., 1990). 3) Procesos que involucran atención a estímulos visuales relativamente complejos y a palabras. El componente P200 ha mostrado sensibilidad a los procesos de codificación y reconocimiento de estímulos lingüísticos (Stelmack et al., 1988); un grupo de niños con trastornos en la lectura estudiados por estos autores, tuvieron mayor amplitud de P200 tanto durante la codificación como durante el

reconocimiento de palabras aisladas, comparados con un grupo control. También aumenta de amplitud con las mayores demandas de atención de una tarea (Johnson, 1989, Harter et al., 1988a). Holcomb et al. (1992) sugieren que es sensible a las diferencias semánticas en niños pequeños. Este componente tiene mayor amplitud en las zonas posteriores y ha mostrado lateralización hacia el hemisferio derecho, al igual que disminución en amplitud y latencia con la edad (Holcomb et al., 1992), cuando los niños leyeron frases; cuando la tarea fue contar estímulos visuales complejos, P200 se observó simétrico, con mayor amplitud en Cz (Johnson, 1989). Harter et al., (1988a) con un paradigma de atención selectiva de patrones vs letras en niños con trastornos en la lectura, observaron en éstos últimos una disminución del componente P240 en C3, interpretando este hecho como una menor activación del hemisferio izquierdo para procesar estímulos lingüísticos, en los niños con trastornos en la lectura. Esta información se resume en la tabla II.

6 - El componente N400: Varios estudios recientes han demostrado componentes de los PRE relacionados con aspectos específicos del procesamiento del lenguaje (Hillyard y Kutas, 1983; Picton y Stuss, 1984; Hillyard y Picton, 1987; Holcomb, 1988, Kutas y Van Petten, 1988; Neville et al., 1991; Osterhout y Holcomb, 1992; Hagoort, et al., 1993), de ellos el componente N400 ocupa un lugar preponderante.

El componente N400 fue relacionado inicialmente al procesamiento de incongruencias semánticas o palabras inesperadas en el contexto de una oración (Kutas y Hillyard, 1980b). N400 puede ser manipulado por variables que afectan la extracción de significado en una oración hablada o escrita. Estas variables son entre otras: frecuencia de

la palabra, probabilidad de "cierre" en una oración (closure probability), y cantidad de facilitación semántica (semantic priming)

**TABLA II**  
**HALLAZGOS SOBRE COMPONENTES TEMPRANOS RELACIONADOS CON TAREAS LINGÜÍSTICAS VISUALES**

AUTOR	SUJETOS/ PARADIGMA	RESULTADOS	INTERPRETAC.
1) NEVILLE et al (1986)	Adultos. Lectura de frases Cong. vs. Incong	N1 = N150 en regiones posteriores lateralizado a HI (HI>HD).	N1 representa un priming atencional temprano relaciona- do a los est. de lenguaje
2) CURRAN et al (1993)	Adultos. Lectura de frases cong vs. incong. Registro de 64 canales.	N1 = N180 en regiones posteriores lateralizado a HI en ambas clases de oraciones. P2 = P200 en regiones anteriores	N1: Idem a 1). P2 se ve como un proc coincidente con N1, con una localización más anterior.
3) HOLCOMB et al. (1992)	Niños y jóvenes (5 - 26 años). Lectura y escucha de fra- ses cong. vs incong.	P150: occipital. N100: Mayor amplitud en regs. frontales y centrales, menor en pa- rietales. HI > HD N200: occipital, HI>HD P200: Mayor amplitud en regs. posteriores. HD > HI. P250: occipital.	P150: ! amp y lat con la edad. N100 y P200 ! de amp y lat con la edad. N100 no sensible a incong., si a est. ling. P200: Mayor amp en cong. en relación a incong. en T y P der. P250: Menor y más tem- prano en incongruentes.
4) NEVILLE et al. (1993)	Niños (8 - 10 años). Normales vs. Trastornos de lenguaje (Tle). Lectura de frases cong vs incong.	P150: Menor en TLe. Regs. posteriores. N100: Sin diferencias. P350: Menor en TLe. Regs post.	P150: TLe falla en el sistema visual transi- torio. P350: TLe falla en proc visual primario
5) STELMACK et al. (1988)	Niños normales vs Trast. de lectura (7 -12 años). Lectura y reconocimiento de palabras aisladas.	P200: Mayor amplitud en los niños con trastornos tanto en la codificación como en reconocimiento.	Diferencia en etapa tem- prana de proc. de estimu- los tanto en codificación como en recuperación. Ni retraso, ni def. atenc.
6) JOHNSON (1989)	Niñas normales (7-20 años). Paradigma Oddball con est. visual. en tarea de conteo (fácil) vs. TR (difícil).	N100: Amplitud en Cz =Fz >Pz. Simétrico. P200: Amplitud en Cz > Fz >Pz. Simétrico.	N100: ! amp con la edad No mostró cambio con la atención. P200: ! amp con la edad. ! amp en condición demandante
7) HARTER et al. (1988)	Niños normales vs. Trast. de lec (8 - 12 años). Aten- ción selectiva patrones vs. letras.	P240: En niños normales, amp. en HI > HD. En TL: ! amp de P240 en C3	Menor activación de reg. C3 (HI), déficit para procesar "est.. lingüísticos", en los TL

La amplitud de N400 es función inversa de la cantidad de facilitación semántica que una palabra ha recibido del contexto que la antecede

N400 aparece ante cualquier modalidad de estímulo lingüístico (acústico, visual, Holcomb y Neville, 1990) El lenguaje específico (inglés, holandés, alemán) y el paradigma experimental (decisión léxica, lectura de frases, verificación de frases) no parecen afectar este componente (Kutas y Van Petten, 1988; Rösler et al., 1993) pues N400 aparece en todas estas circunstancias.

Neville et al. (1993) han señalado que la amplitud de N400 tiene una fuerte correlación negativa tanto con la frecuencia de la palabra como con el contexto semántico (Holcomb, 1988; Kutas y Hillyard, 1984; Neville, et al., 1989; Rugg y Doyle, 1992) de modo que "es razonable suponer que involucra procesos relacionados con la integración de una palabra dentro de un contexto" (Holcomb y Neville, 1990; Rugg y Doyle, 1992)

Brown y Hagoort (1993) han investigado si N400 refleja el acceso automático al léxico o si más bien surge por la integración del léxico, un proceso controlado -demandante de atención- que tiene que ver 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 las especificaciones sintácticas y semánticas del contexto actual. Mientras más similares sean ambas representaciones, será más fácil el proceso de integración del léxico" (ver modelo en figura 1).



Los resultados de estos autores relacionan la amplitud de N400 al proceso controlado de integración del léxico al igual que los de Chwilla et al. (1995).

De forma similar, un reciente estudio de Holcomb (1993) que usó como variable el enmascaramiento de palabras para dificultar su reconocimiento, concluye que hay una gran posibilidad de que el mecanismo que da origen a la aparición de N400 sea un "proceso de integración" a nivel post-léxico, o sea posterior al reconocimiento de palabras. En los modelos psicolingüísticos, los procesos de integración son usados por "el sistema de comprensión del lenguaje" para hacer que confluya información proveniente de procesos de "bajo nivel" (información léxica, sintáctica, semántica, pragmática) en una representación del discurso que se lleva a cabo en ese momento, es decir en el preciso instante de la lectura. Esa representación del discurso es el proceso inmediatamente previo a la comprensión en la lectura (Kintsch, 1988) (ver modelo en figura 1).

Es necesario señalar que N400 también es sensible a las relaciones semánticas entre estímulos no verbales. Barret y Rugg (1989, 1990) han encontrado un componente (N450) muy semejante al N400 lingüístico, usando como estímulos pares de dibujos a los que el sujeto responde decidiendo si son o no de la misma categoría semántica. Hallazgos semejantes se han reportado por Friedman et al. (1988, 1990). Valdés y Bobes (1990) y Bobes et al. (1994) encuentran el componente N374 sensible a incongruencias detectadas en caras humanas, describiéndose que con esta clase de estímulo también hay un efecto de facilitación semántica si las caras tienen una relación semántica; si no hay tal relación, se presenta un aumento en la amplitud de N374.

Los autores argumentan que si estos componentes producidos y modulados por estímulos no verbales reflejan actividad en alguno de los generadores involucrados en la producción de N400 lingüístico, entonces algunos aspectos de la facilitación semántica para estímulos lingüísticos y no lingüísticos comparten un sustrato neural común, quedando por establecerse si ese sustrato y los procesos cognoscitivos que dependen de él tienen un papel causal en los efectos conductuales de la facilitación semántica.

N400 parece ser sensible al grado en el cual un estímulo, sea verbal o no, está relacionado con un contexto establecido previamente. En esta tesis abordaremos los puntos de vista mencionados en relación con el componente N400 lingüístico.

**a) N400 en niños:** Utilizando como estímulo la lectura de frases, solo se han reportado dos estudios recientes: En el primero Holcomb et al. (1992) examinaron los cambios relacionados con la maduración de los PREs durante la escucha y la lectura de oraciones que terminaban con una palabra congruente o incongruente con el contexto que la precedía, en niños y jóvenes de 5 a 26 años. Los PREs a las palabras finales mostraron efectos de facilitación contextual en ambas modalidades para todos los grupos de edad estudiados. Se encontró una notable disminución de la amplitud y la latencia de N400 con la edad concluyéndose que ello reflejaba una reducción significativa en el efecto de facilitación semántica con la edad, de modo que en el proceso de adquisición de mejores habilidades lingüísticas, el niño dependía cada vez menos del contexto semántico para la decodificación del lenguaje.

Neville et al. (1993) llevaron a cabo un estudio con niños que presentaban trastornos del lenguaje y deficiencias en la lectura. Sus resultados mostraron que había

aspectos específicos del procesamiento sensorial y lingüístico que eran anormales en todos los niños del grupo, mientras que otros aspectos eran anormales sólo en subgrupos de esa muestra. En el paradigma de lectura de oraciones, los sujetos de su muestra que pudieron efectuar la lectura mostraron la tendencia a presentar mayor amplitud de N400 con respecto a los controles. Los autores interpretan este hallazgo proponiendo que los niños con trastornos dependen más del contexto, o realizan un mayor esfuerzo para "integrar las palabras en los contextos de sus oraciones", mostrando mayor dependencia del contexto para el reconocimiento de palabras, comparados con los sujetos control.

El presente estudio se diseñó para establecer las características de los PRE durante la lectura en un grupo de niños LD, teniendo en cuenta que en éstos no se han reportado en la literatura hallazgos de sus PRE durante tareas "activas" como la lectura; se propone el registro durante la lectura de frases, debido a que es la manera más natural de procesar la lectura y a que se ha reportado un N400 más confiable utilizando este paradigma (Stelmack y Miles, 1990). Se propone también la evaluación sistemática de los procesos de atención a estímulos lingüísticos mediante el análisis de los componentes tempranos de los PRE, así como la evaluación del procesamiento semántico de los estímulos a través del componente N400.

## **II.- HIPOTESIS**

1) Si la causa de la lectura deficiente (definida de acuerdo a los criterios citados por Rayner y Pollatsek, 1989) es un retraso en la maduración, propongo como hipótesis que los niños con lectura deficiente mostrarán índices electrofisiológicos de inmadurez funcional en los PREs de la tarea de lectura, comparados con los lectores normales. Por lo tanto en los LD se observará:

a) mayor amplitud y mayor latencia en los diferentes componentes tempranos de los PRE respecto a los niños del grupo control. Esto implicaría diferencias en el procesamiento visual temprano de estímulos lingüísticos (reflejado en P150, Neville et al., 1993), en las demandas lingüísticas durante la lectura (componente N1, Neville et al., 1986), o en los mecanismos generales de atención implicados en una tarea demandante (relacionados con P200, Holcomb et al., 1986; Stelmack et al., 1988; Johnson, 1989).

b) mayor amplitud y latencia del componente N400 relacionado al proceso de integración del léxico (Holcomb et al., 1992; Neville et al., 1993).

c) mostrarán una distribución topográfica del componente N400 similar a la mostrada por un niño menor que ellos (Holcomb et al., 1992).

2) Como se sabe que los lectores deficientes tienen menor automatización del proceso de reconocimiento de palabras (Ehri y Wilce, 1983, Lovett, 1987) y dependen más del contexto para este reconocimiento (Perfeti y Hagoboom, 1975; Perfeti, et al., 1978; Perfeti y Roth, 1981) puede inferirse que muestran mayor esfuerzo para integrar palabras en un contexto, estos niños presentarán mayores amplitudes del efecto N400

(medido como una mayor negatividad a palabras incongruentes que a palabras congruentes, índice de facilitación por el contexto)

### **III.- OBJETIVOS**

Dados los antecedentes, en este estudio nos proponemos la exploración del procesamiento de la información durante la lectura de frases mediante la técnica de los PRE en dos grupos de niños lectores normales y lectores deficientes clasificados de acuerdo a baterías estandarizadas de lectura que exploran desde el punto de vista conductual el comportamiento del niño como lector.

Los lectores deficientes representan el mayor porcentaje de los niños con trastornos en la lectura, por lo que la investigación reviste un interés epidemiológico. Las dificultades de lectura -más leves con respecto a niños con trastornos de lenguaje o niños disléxicos- que presentan los lectores deficientes merecen por lo anterior, un estudio detallado.

Se utilizan PRE por las ventajas que hemos descrito en relación a que permiten la resolución temporal de fenómenos lingüísticos de la lectura, que ocurren en la escala de milisegundos, sin intervenir en dichos fenómenos.

Se pretende estudiar los mecanismos de la lectura principalmente los involucrados en el reconocimiento de palabras y la integración de ellas dentro del contexto de una oración (proceso de integración léxica), usando el componente N400 de los PRE como un índice electrofisiológico de este procesamiento contextual. Esto permitirá: 1) extender los resultados de la investigación lingüística con N400 al idioma español, ya que actualmente no existe publicado un estudio de este componente en nuestro idioma. Por otro lado, el procesamiento de la lectura en lengua castellana es una área relativamente inexplorada (Vega et al., 1990); 2) conocer las características de los procesos de

reconocimiento de palabras o de integración léxica empleados durante la lectura de frases, en niños clasificados como lectores deficientes, pues con estas características solamente existen un estudio del efecto de la maduración en niños normales (Holcomb et al , 1992), y otro en niños con trastornos de lenguaje y severas dificultades en la lectura (Neville et al , 1993)

Adicionalmente, la información proporcionada por los componentes tempranos de los PRE puede permitir ver en conjunto la secuencia de fenómenos que se ponen en juego cuando se lee una frase, pues en ello estarán presentes los mecanismos de procesamiento visual y de atención. Se puede evidenciar también la lateralización de estos componentes señalando el diferente papel de los hemisferios cerebrales durante la lectura.

Las medidas obtenidas con los PRE se relacionarán a las medidas conductuales obtenidas complementándose mutuamente, obteniendo un perfil conductual y electrofisiológico para cada niño. Los estudios que combinan un enfoque conductual y electrofisiológico no son muy frecuentes en nuestro medio, de modo que este tipo de investigación representa un antecedente que en el futuro puede ser de utilidad en el estudio, diagnóstico y tratamiento de los trastornos del desarrollo en el niño.

## **IV.-METODOLOGIA**

**SUJETOS** Participaron un total de 55 niños de entre 10.5 y 12.3 años de edad a quienes se aplicaron las siguientes pruebas

1 - Historia clínica y examen clínico neurológico. Se investigaron datos generales, antecedentes de riesgo de daño cerebral en el niño, antecedentes patológicos, así como problemas neurológicos pasados o actuales, desarrollo psicomotor y preferencia manual. Además se detectaron problemas escolares de cada sujeto. El examen neurológico incluyó determinación de la agudeza visual y auditiva. Ningún niño de la muestra mostró antecedentes de daño cerebral, trastornos neurológicos o emocionales importantes; todos los seleccionados tenían agudeza visual y auditiva dentro de límites normales.

2.- Entrevista socio-económica: El responsable del niño (generalmente la madre) contestó preguntas acerca de los ingresos y egresos económicos de la familia, escolaridad y ocupación de los padres, tipo y condiciones de vivienda, medios de transporte que utilizan y accesorios del hogar con que cuentan. Esto permitió incluir en la muestra solamente a niños con el mismo nivel socio-económico: ingreso per cápita promedio superior a \$ 200.00 mensuales, escolaridad mínima de la madre igual o mayor a la escolaridad actual del niño.

3.- Escala de Inteligencia Weschler para niños (WISC):



La versión en español del WISC se aplicó para asegurar que todos los niños estudiados tuvieran calificaciones por arriba de 85 puntos tanto en la escala verbal como en la ejecutiva de esta prueba

4 - Bateria Psico-educativa (Ostrosky et al.,1984): Esta prueba ha sido estandarizada en niños mexicanos y evalúa la comprensión y expresión oral (lectura), la aritmética y el procesamiento visual y auditivo. Para la asignación de los niños a los grupos de lectores normales y lectores deficientes, se aplicó solamente la parte relativa a la fluidez y a la comprensión de la lectura oral y de la lectura en silencio de esta prueba. Los LD se ubicaron entre 1 y 2 desviaciones estándar por debajo de los promedios para los controles.

5.- Bateria para los Trastornos de Lectura (BTL) (Regiosa et al., 1994) Esta prueba derivada de modelos neuropsicológicos y diseñada para hispanoparlantes incluye las siguientes tareas: 1.- Lectura de palabras: Presentación aleatoria de 45 palabras regulares, 45 irregulares y 45 pseudopalabras. 2.- Lectura y comprensión de un texto: El sujeto lee en silencio una fábula (90 palabras) y enseguida contesta a 3 preguntas que tienen un nivel creciente de dificultad. 3.- Nominación de figuras: Consiste en nominar lo más rápido posible una lista de 50 figuras. 4 - Completamiento de oraciones (sintaxis): El sujeto debe completar correctamente una oración a la que le falta una palabra, con una de cuatro palabras que se le presentan como opción. 5.- Ordenamiento de palabras para formar una oración (sintaxis): El sujeto debe construir una oración a partir de un conjunto de palabras que aparecen en desorden. 6.- Categorización fonológica de figuras

presentación secuencial de tríos de figuras, los nombres de 2 de ellas riman, el sujeto debe elegir la que no rima. 7 - Categorización fonológica de palabras presentación secuencial de tríos de palabras en los que dos de ellas comienzan con un sonido semejante, el sujeto debe elegir la que comienza con un sonido diferente. 8 - Percepción visual de rasgos: Presentación de figuras durante un segundo. Al desaparecer, se muestran simultáneamente en pantalla 5 figuras semejantes a la primera. El sujeto debe elegir la que es igual a la primera figura presentada. En cada una de estas tareas se miden tiempos de reacción y errores cometidos.

La aplicación de la BTL tuvo por objeto servir como complemento en la clasificación de los niños en lectores normales y lectores deficientes, así como explorar en dichos niños las funciones implicadas en las tareas de lectura que se han mencionado.

#### Características de los sujetos:

Lectores Normales (LN) (n=32): a) Nivel socioeconómico medio, b) Examen neurológico y antecedentes pediátricos normales, c) Coeficiente Intelectual (CI) por WISC mayor de 100 ( $X = 106$ ), d) Lectura normal de acuerdo a la Bateria Psicoeducativa y al reporte de padres y maestros, e) Cursaban el 5º grado de primaria sin antecedentes de bajo rendimiento académico, f) Diestros.

Lectores Deficientes (LD) (n=23): a) Nivel socioeconómico medio, b) Examen neurológico y antecedentes pediátricos normales, c) Coeficiente Intelectual (CI) por WISC mayor de 85 ( $X = 98$ ), d) Lectura promedio entre 1 y 2 desviaciones estándar por debajo de las normas para 4º, 5º y 6º grados de acuerdo a la Bateria Psicoeducativa y al reporte de padres y maestros, e) Cursaban entre el 4º y el 6º grados de primaria con

antecedentes de bajo rendimiento académico, y asistieron por lo menos un año a una escuela de apoyo psicopedagógico. f) Diestros (n=20), zurdos (n=3)

Cinco niños del grupo LD fueron eliminados por no poder leer un número suficiente de oraciones durante el paradigma de obtención de PRE. Cinco del grupo de LN y dos de los LD fueron eliminados debido a los artefactos hallados en sus PRE (excesivo movimiento ocular y muscular), o por tener muy pocos segmentos útiles para el análisis. Además, los PREs de cuatro niños del grupo de LN no se utilizaron debido a que tenían otro intervalo de muestreo. Por lo anterior, los sujetos mencionados anteriormente no se incluyen en los resultados, ni se reportan en las tablas de esta tesis, quedando la distribución como se muestra en la Tabla III.

TABLA III

CARACTERISTICA	LECTORES NORMALES	LECTORES DEFICIENTES
	n = 23	n = 16
EDAD (años)	10.5 a 12.3	10.5 a 12.3
PROPORCION FEMENINOS : MASCULINOS	11 : 12	9 : 7
EXAMEN NEUROLOGICO Y PEDIATRICO	NORMAL	NORMAL
PREFERENCIA MANUAL DIESTROS : ZURDOS	23 : 0	13 : 3
WISC	X = 106	X = 98
BATERIA PSICOEDUCATIVA (Lectura)		
Palabras/minuto	X = 96.9 ± 19.9	62.9 ± 21.3 * (-1.70 d.e.)
% de comprensión	X = 59.4 ± 31.9	32.5 ± 27.2 * (-0.84 d.e.)

\* Las desviaciones estandar (d.e.) se determinaron despues de una transformación a puntajes z tomando la media y d.e. de los Lectores Normales.

## PROCEDIMIENTO DE REGISTRO DE LOS PRE

### Características de los estímulos

Se utilizaron 100 oraciones de 7 palabras cada una, presentadas palabra a palabra en secuencia, en un monitor de computadora. Setenta oraciones tenían una terminación semántica y gramaticalmente correcta y 30 oraciones terminaban en una palabra semánticamente anómala pero gramaticalmente correcta. En todos los casos esta última palabra era un sustantivo. Este fue el paradigma original de Kutas y Hillyard (1980b).

Las letras presentadas eran de color rosa sobre un fondo negro. Las palabras presentadas subtendían un ángulo visual entre 0.71 y 1.43 grados. Al principio de cada oración aparecía el signo "XXXXXX" para indicar el inicio de ella, y que el sujeto podía comenzar a leer. Las palabras monosílabas se presentaron en pantalla durante un segundo, las palabras bisílabas o polisílabas se presentaron por dos segundos, con un intervalo interpalabra de 300 milisegundos (ms). Después de hacer pruebas con niños de edad similar a los de la muestra, se comprobó que con la velocidad de presentación mencionada, la mayoría de ellos podía leer y entender sin dificultad las oraciones, por ello escogimos esta duración de los estímulos.

Las oraciones eran simples en forma y en contenido y se construyeron usando un diccionario lexicográfico desarrollado en el Colegio de México por el Dr. Raúl Avila (1986; 1993), que incorpora las palabras de mayor frecuencia de uso por niños mexicanos a lo largo de todo el país, y en el cual las palabras aparecen ordenadas por frecuencia descendente según el grado escolar que ocupan niños de primarias oficiales mexicanas.

Por otra parte, una muestra de 50 niños de escuelas de la misma comunidad de donde se tomaron a los niños de la muestra, realizaron una prueba de completamiento de oraciones con la que se evaluaron sus expectativas semánticas. Se usaron 50 frases con la misma estructura y características que las que fueron utilizadas para los PRE, la tarea del niño consistía en completar la palabra final faltante en 30 oraciones, y de las 20 restantes debía dar su juicio sobre lo correcto o incorrecto de una frase completa. De este modo se evaluó la expectativa semántica promedio del niño de 5º grado de primaria, utilizando este resultado para la confección final de las oraciones.

#### Técnica de registro de los PRE.

El registro se llevó a cabo en un cuarto oscuro y semi-silente. Antes de cada registro, se familiarizaba al niño con el laboratorio y la tarea que iba a ejecutar. Se presentaron varias oraciones de práctica antes de registrar. La tarea del niño era leer en silencio cada una de las frases para decidir si tenían o no sentido, y para contestar preguntas sobre el contenido de dichas frases. Esto se realizó para asegurar la atención del niño durante todo el experimento. Solamente las oraciones correctamente entendidas fueron utilizadas para el análisis.

No se reportan los tiempos de reacción con que se había diseñado el experimento, ya que debido a fallas técnicas, los registros no son confiables.

Se hicieron registros monopolares de los PRE a la última palabra de cada oración en 19 derivaciones del Sistema Internacional 10 - 20. Estos sitios fueron: Fp1, Fp2, F3, F4, C3, C4, P3, P4, O1, O2, F7, F8, T3, T4, T5, T6, Fz, Cz y Pz, tomándose los lóbulos auriculares cortocircuitados (A1-A2) como referencia. El electroculograma (EOG) se

registro con electrodos bipolares colocados en el canto externo y el borde supraorbitario del ojo derecho. La impedancia de los electrodos se mantuvo siempre por debajo de los 10 KOhms. Los filtros para el EEG fueron de 0.5 a 30 Hz para la baja y la alta frecuencia respectivamente. El intervalo de muestreo del EEG fue de 3 ms tomándose una epoca total de 768 ms, con una línea pre-estimulo de 180 ms.

Los segmentos de EEG fueron editados visualmente para descartar los artefactos. Los PRE fueron promediados individualmente para cada sujeto, para los dos tipos de oraciones, en cada una de las 19 derivaciones empleadas. Dado que con el paradigma utilizado, se presentaron menos oraciones incongruentes que congruentes, los PRE se promediaron sobre un número equivalente de oraciones de cada tipo, seleccionándose al azar las oraciones congruentes que se promediaron. El número de segmentos incluido en el promedio de cada tipo de oración fue de 20, lo que puede considerarse un número suficiente de segmentos para obtener un PRE confiable (Taylor, 1993, Harter et al., 1988a)

Todos los registros y análisis de los PRE se efectuaron en un equipo MEDICID 03M.

## Diseño experimental y Análisis de los datos

Evaluación de las medidas conductuales Los resultados de la Bateria Psicoeducativa se analizaron mediante una prueba t de Student, al igual que los datos obtenidos en las respuestas sobre el sentido de las oraciones en los PRE. Los datos de la BTL se analizaron con MANOVA.

### Evaluación de los componentes de los PRE

El diseño experimental tuvo por objeto analizar el efecto que el tipo de oración (congruente vs. incongruente) y el grupo (LN vs. LD) tuvieron en varios de los componentes de los PREs visuales, a saber, a) los llamados componentes tempranos P150, N100 que en regiones posteriores se denomina N200 (Holcomb et al., 1992), P200 (que en regiones posteriores suele referirse como P250 Holcomb et al., 1992) y b) el componente N400.

Dichos componentes se evaluaron en las siguientes formas:

#### Componentes tempranos:

Amplitud y latencia del pico: La amplitud fue corregida con el promedio de los valores de la línea pre-estimulo. En regiones occipitales y temporales posteriores se evaluó P150 -pico con la máxima positividad entre 100 y 180 ms-, N100, pico de máxima negatividad entre 100 y 200 ms que en regiones posteriores aparece entre 150 y 250 ms, (llamado N200 occipital por Holcomb et al., 1992), P200, pico de máxima positividad entre los 200 y los 300 ms que en regiones posteriores aparece entre los 200 y los 360

ms. (Holcomb et al , 1992 se refieren a este componente en las regiones posteriores como P250)

#### Componente N400

Para la evaluación del componente N400 se calcularon los valores de amplitud (relativos al promedio de la línea pre-estimulo) de la negatividad de las frases congruentes e incongruentes cada 3 ms en el intervalo de 350 a 450 ms, obteniéndose 33 valores que fueron los que se analizaron estadísticamente. También, se calcularon las amplitudes promedio en esta ventana.

#### Efecto N400

Para la evaluación más precisa tanto del efecto de facilitación semántica como del efecto de grupo, se computaron las "ondas diferencia" que resultan de restar los PREs de las oraciones congruentes de los PREs de las oraciones incongruentes. La latencia del pico de N400 se midió en las ondas diferencia. Adicionalmente, se calculó la amplitud promedio del voltaje en la ventana 350 - 450 ms de las ondas diferencia.

#### Distribución topográfica de N400 en los dos grupos:

Para la estimación de las diferencias intergrupales en la distribución topográfica del componente N400, las ondas diferencia obtenidas en cada una de las 19 derivaciones se normalizaron usando la fórmula publicada por McCarthy y Wood (1985).



### Lateralización hemisférica de los componentes tempranos y de N400

La evaluación de la lateralización hemisférica de los componentes aquí estudiados se hizo con las medidas de los picos para P150, N100 y P200, y con la amplitud promedio de las ondas diferencia para N400

#### Análisis estadístico:

La significancia estadística de los datos obtenidos para los PRE se evaluó con una prueba no paramétrica permutacional multivariada (PNPPM) (Galán et al., 1995). Las razones para su utilización son las siguientes:

La prueba estadística de uso más frecuente en este tipo de diseños experimentales ha sido el ANOVA de medidas repetidas, sin embargo son varias las críticas que se le han formulado. Este método asume una distribución normal de los datos, una estructura restringida de la matriz de covarianza (la estructura Huyhn Feldt), y grandes muestras experimentales, condiciones que usualmente no se cumplen en este tipo de experimentos. Por otra parte, cuando se hacen múltiples comparaciones, los grados de libertad deben ajustarse para evitar un nivel alfa inflado. En este caso, se han recomendado las correcciones de Greenhouse Geisser o de Huyhn Feldt. No obstante, estas correcciones no garantizan niveles exactos de significancia (Vasey y Thayer, 1987; Jennings et al., 1987)

Las pruebas t permutacionales no asumen ningún tipo de distribución de los datos y sus valores de significación (p) son exactos, por lo que ya han mostrado su utilidad en varios experimentos psicofisiológicos (Karnisky et al., 1993; 1994; Pérez Abalo et al., 1994).

La prueba t de Student puede extenderse al caso multivariado en el que varios mapas topográficos (valores de voltaje) corresponden a diferentes puntos dentro de una ventana en el tiempo. En esta tesis, la prueba t de Student extendida se calculó como el estadístico t para cada punto en el tiempo. Cada uno de estos estadísticos se combinaron en un estadístico global llamado t-Max utilizando para ello la metodología creada por Pesarin (1992)

Los pasos para el cálculo de t-Max son los siguientes (Galán et al., 1993)

- 1.- Se calcula el estadístico t para los datos originales para cada punto en el tiempo dentro de la ventana analizada.
- 2.- Se procede a calcular t-Max definida como el último límite superior, o máximo con respecto a todos los estadísticos t en las ventanas de tiempo analizadas (y con respecto a todos los estadísticos t para cada punto en el tiempo para todas las derivaciones (t-MaxTime) y con respecto a todos los estadísticos t para cada derivación para todos los puntos en las ventanas analizadas (t-Maxderiv)).
- 3.- Los datos originales se permutan siguiendo un procedimiento de aleatorización en el cual las observaciones son intercambiadas de una condición experimental a otra, de modo que resulta una muestra permutada.
- 4.- Para la muestra permutada, se calculan repetidamente los pasos 1 y 2 en un número suficientemente grande de iteraciones.
- 5.- A partir de t-Max, t-Maxtime y t-MaxDeriv calculadas en cada iteración, se forma una distribución empírica.
- 6.- Se calcula la significancia exacta (valores p) correspondiente a t-Max, t-Maxtime, t-Maxderiv y los estadísticos t.

Cálculo del efecto del tipo de oración Para cada sujeto en cada derivación, se calcularon las diferencias en las amplitudes de N400 cada 3 ms en el intervalo 350 - 450 ms usando la prueba no paramétrica permutacional multivariada. Además se calcularon las diferencias entre ambos tipos de oraciones para los componentes tempranos P150, N100 y P200 utilizando el mismo procedimiento estadístico.

Cálculo del efecto de grupo: Se realizó evaluando las diferencias entre LN y LD en la onda diferencia calculada para cada sujeto en cada derivación cada 3 ms en los valores de la ventana 350 - 450 ms empleando la PNPPM.

Para la evaluación del efecto de grupo en los componentes tempranos se compararon separadamente la amplitud y latencia del pico en las oraciones congruentes (v gr. congruentes en los LN vs. congruentes en los LD) así como en las oraciones incongruentes, usando la PNPPM como ya se ha mencionado. También se evaluó el efecto de grupo en el componente N400 usando los valores de voltaje promedio en el intervalo 350 - 450 ms.

Distribución topográfica: Se analizaron los valores normalizados de las ondas diferencia en la ventana 350 - 450 ms empleando la PNPPM para el componente N400 entre grupos. Las asimetrías hemisféricas de los componentes tempranos se midieron para cada grupo utilizando también la PNPPM.

## V.-RESULTADOS

### Medidas conductuales

El grupo de LD cometió más errores en la identificación de la incongruencia de las oraciones. 96% de oraciones fueron correctamente identificadas por el grupo de LN y 87.8% por el grupo con LD ( $p < 05$ )

En la Bateria Psicoeducativa se encontraron menores puntajes para el grupo de LD tanto en velocidad como en comprensión de la lectura: LN:  $X = 96.88 + 19.9$  palabras/minuto y  $X = 59.41\% + 31.9$  de porcentaje de comprensión. LD:  $X = 62.91 + 21.3$  palabras/minuto y  $X = 32.50\% + 31.9$  de porcentaje de comprensión ( $p < 04$ ). La transformación a puntajes z de los valores obtenidos para el grupo con LD permitió ubicarlos en velocidad de lectura a -1.70 desviaciones estándar por debajo de los controles, al igual que en comprensión de la lectura donde estuvieron a -0.84 desviaciones estándar por debajo del grupo de LN (Tabla III).

La Bateria de Trastornos de la Lectura (BTL) también mostró diferencias entre ambos grupos. La Tabla IV ilustra los resultados del MANOVA para cada tarea con los valores de significancia. En todas las tareas el rendimiento del grupo de LD fue significativamente menor (más lento y con mayor cantidad de errores) que el grupo de LN.

Otros análisis estadísticos (maximización de R<sup>2</sup>, matriz de correlaciones) mostraron que las tareas sintácticas (v gr. ordenamiento de oraciones) y la de comprensión de la lectura diferenciaron a los grupos mejor que las otras tareas. Un

TABLA IV MANOVA DE LAS TAREAS DE LA BTL DIFERENCIAS ENTRE GRUPOS		
TAREA	P<	DIFERENCIA
LECTURA DE PALABRAS	0.0001	NR > PR
COMPRESION DE UN TEXTO	0.0001	NR > PR
NOMINACION DE FIGURAS	0.0006	NR > PR
ORDENAMIENTO DE ORACIONES	0.0001	NR > PR
COMPLETAMIENTO DE ORACIONES	0.0001	NR > PR
CATEGORIZACION FONOLOGICA DE FIGURAS	0.0001	NR > PR
CATEGORIZACION DE PALABRAS	0.0001	NR > PR
PERCEPCION VISUAL	0.0038	NR > PR

> significa mejores ejecuciones (menos errores y TR más rápidos).

análisis discriminante con replicación mostró 100% de aciertos de clasificación de los grupos y la función discriminante estuvo compuesta por tareas sintácticas y de comprensión de la lectura (Silva et al., en prensa).

Por otra parte, en ambos grupos, la tarea sintáctica mostró una alta correlación con la tarea de lectura de palabras. Esta correlación fue mayor para el grupo de LN. En tanto que para el grupo de LD se observó una correlación negativa entre las variables de la

tarea de lectura de palabras (v gr tiempo de lectura y proporción de errores) y velocidad de lectura en la tarea de comprensión. Las implicaciones psicológicas de estos resultados en el marco de la teoría de los trastornos de aprendizaje se discuten en el artículo de Silva et al (en prensa)

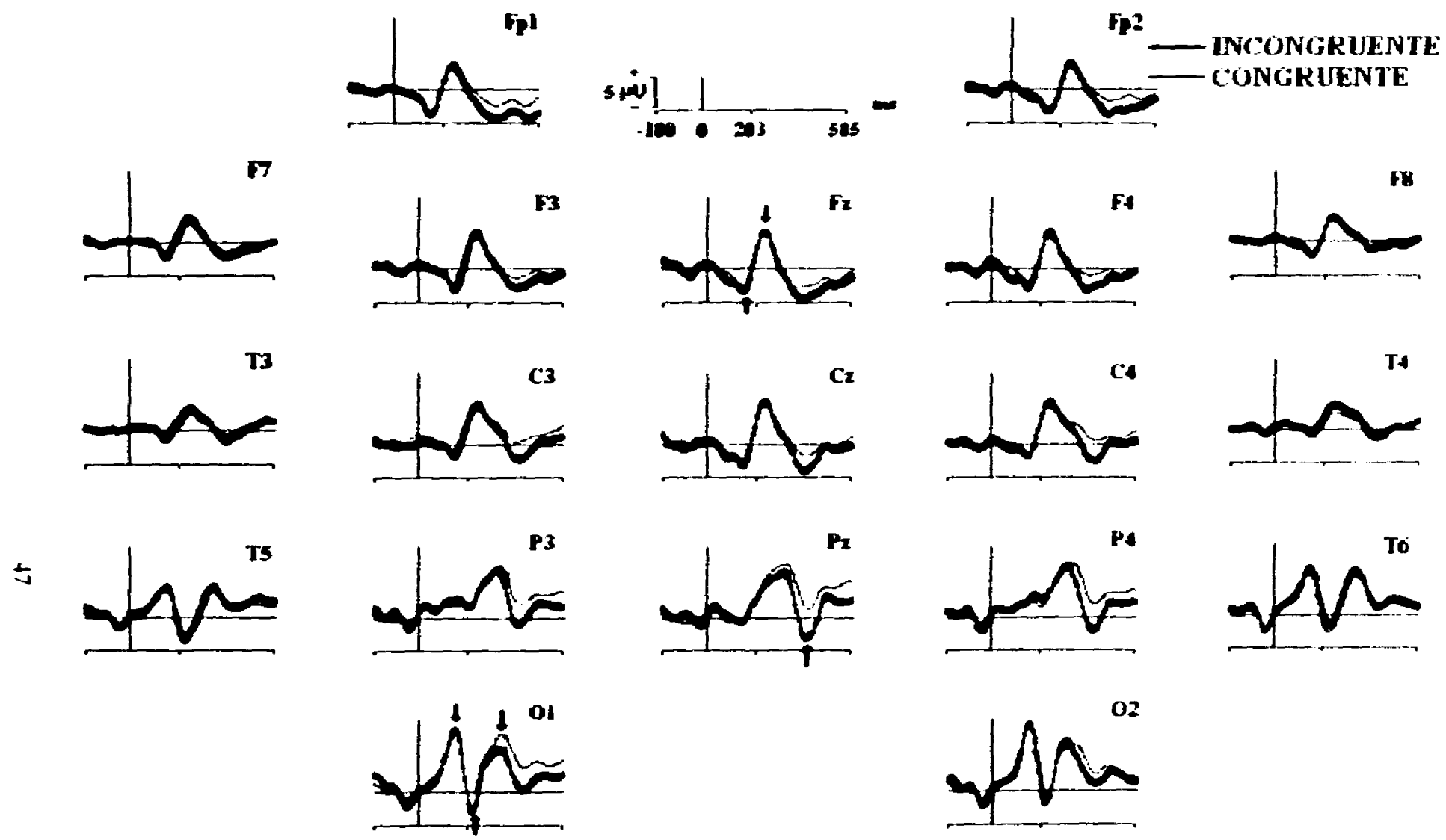
### **Medidas electrofisiológicas:**

#### Descripción de los PREs:

En las figuras 2, 3 y 4 se muestran los PRE para ambos tipos de oraciones en el grupo de LN (fig 2) y en el grupo de LD (figs 3 y 4), en todas las derivaciones del Sistema 10-20 Internacional.

Se observan en las regiones anteriores N100, la primera negatividad registrada entre los 100 y 200 ms, seguida de una robusta onda positiva que tiene su máximo entre los 200 y los 300 ms, ésta es la P200. En las regiones posteriores la morfología de los PREs es diferente; en estas regiones se presenta en primer término P150 una gran onda positiva con latencia entre 100 y 180 ms, seguida de una negatividad con máximo entre 150 y 250 ms llamada N200 occipital (Holcomb et al., 1992). Esta N200 fue seguida por una positividad con latencia entre los 250 y los 360 ms, esta onda es la P250. Finalmente, en todas las derivaciones, P200 y P250 fueron seguidas por un claro componente negativo cuyo máximo se encontró entre los 350 y los 450 ms, la N400.

Las formas de onda de los PRE son similares a las que se han descrito en la literatura para los niños (Holcomb et al., 1992; Neville et al., 1993).



47

Figura 2 - PREs en el grupo de Lectores Normales (LN) (n = 23)

La línea vertical muestra el inicio del estímulo. En línea delgada las respuestas a las oraciones congruentes y en línea gruesa la respuesta a las incongruentes. La positividad en ésta y las siguientes figuras se muestra hacia arriba. La distribución es la del Sistema 10-20 Internacional. Obsérvese la presencia y distribución topográfica de los componentes tempranos N100, N200, P150, P200 y P250, así como la de N400, señalados en Fz N100 y P200, en Pz, N400 y en O1 P150, N200 y P250.

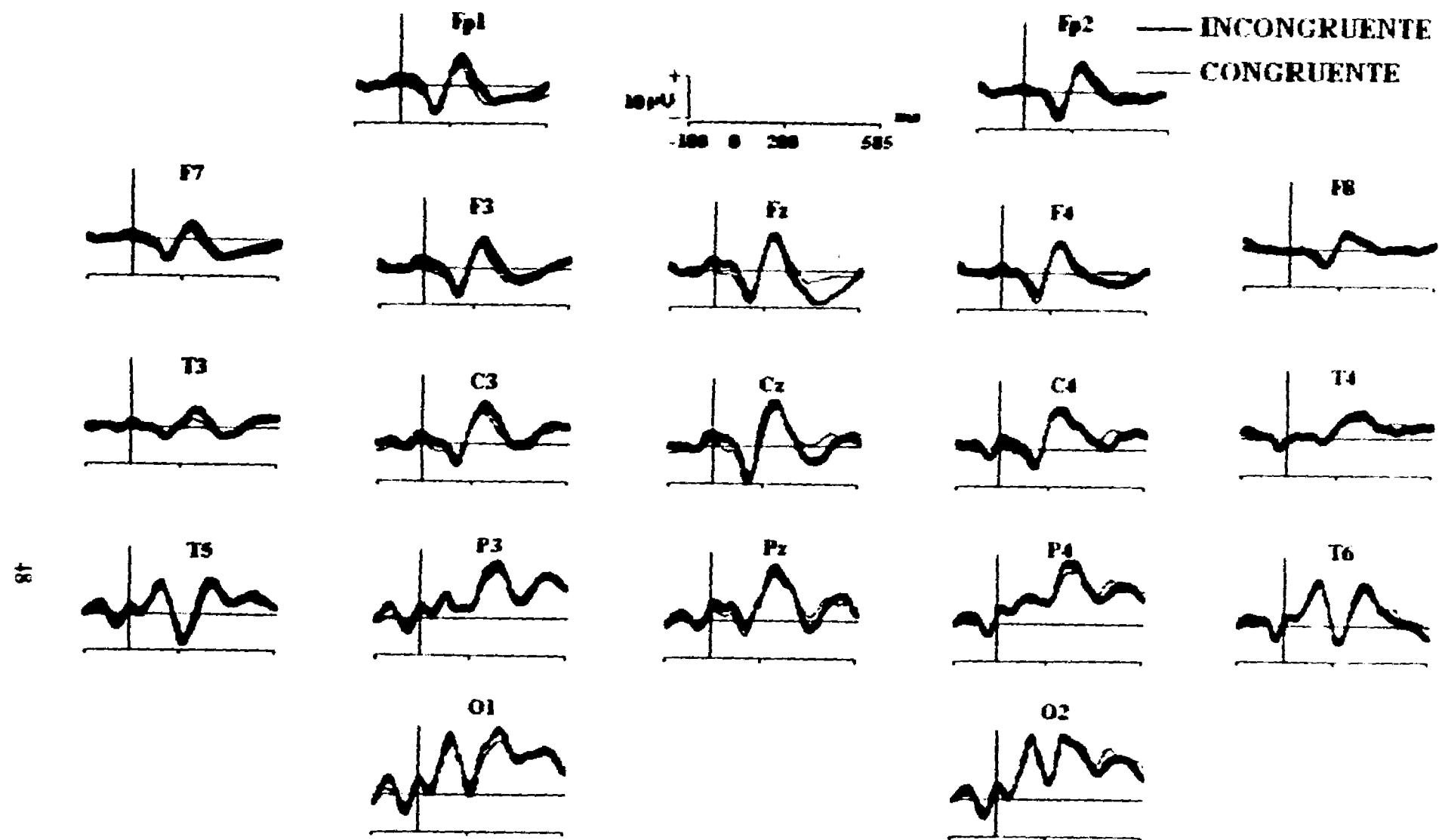


Figura 3 - PRÉs en el grupo de Lectores Deficientes (LD) (n = 12). La línea vertical muestra el inicio del estímulo. En línea delgada las respuestas a las oraciones congruentes y en línea gruesa la respuesta a las incongruentes. La positividad se muestra hacia arriba.



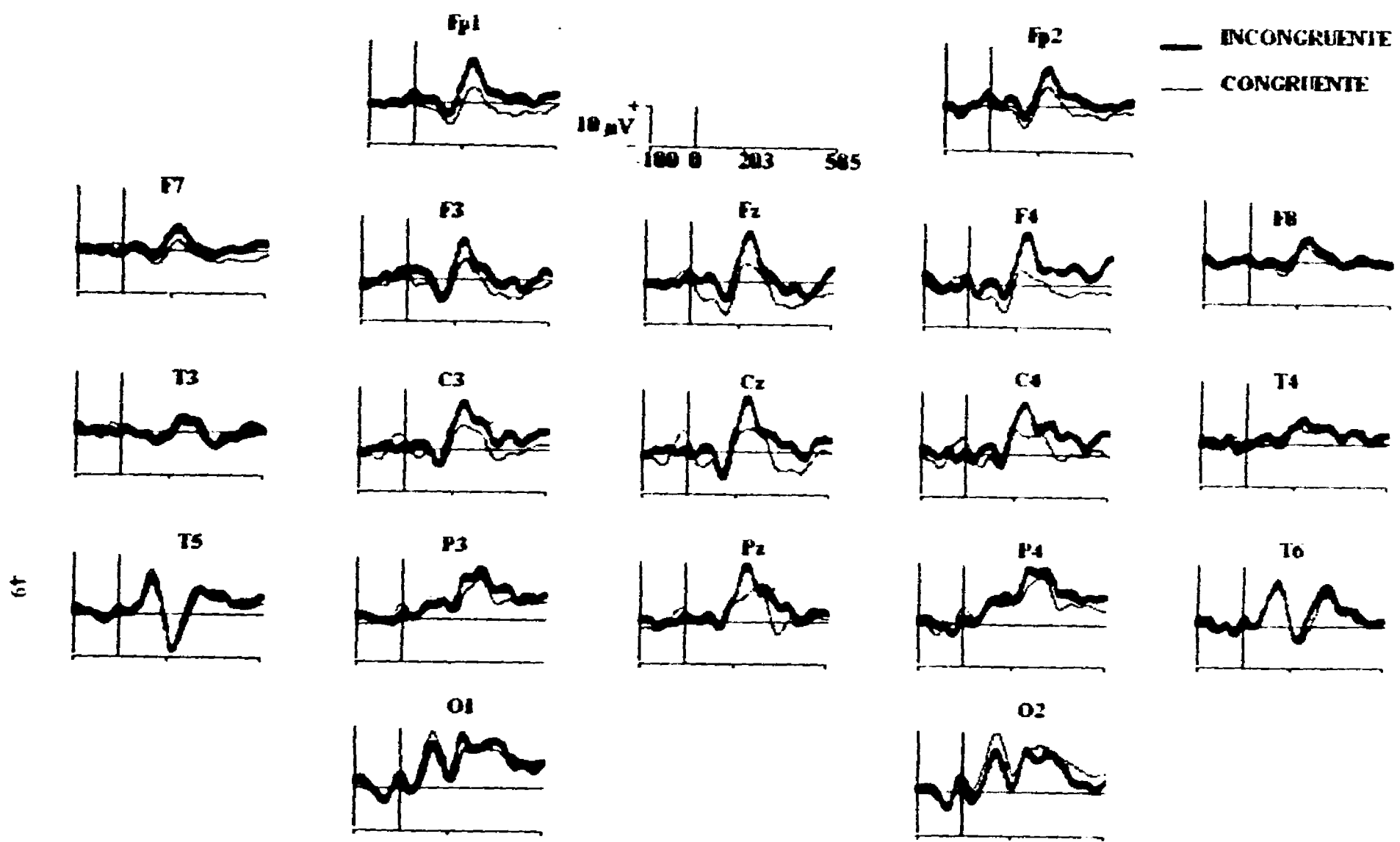


Figura 4 - PREs en los 4 niños del grupo de LD que tuvieron una respuesta N400 anómala, o sea una respuesta negativa mayor a las oraciones congruentes que a las incongruentes. La línea vertical muestra el inicio del estímulo. En línea delgada las respuestas a las oraciones congruentes y en línea gruesa la respuesta a las incongruentes. La positividad se muestra hacia arriba.

### **Efecto del tipo de oración**

Las diferencias en esta sección se refieren a las figuras 2, 3 y 4

### **Componentes tempranos**

**P150** No se encontraron diferencias ni en amplitud ni en latencia para las oraciones congruentes e incongruentes en ninguno de los grupos

**N100** No hubo diferencias en amplitud entre los dos tipos de oraciones para ninguno de los grupos.

Latencia: LN: Incongruente > congruente en O1 ( $p < .01$ ); congruente > incongruente en F7 ( $p < .0009$ ) y F3 ( $p < .01$ ).

LD: Incongruente > congruente en C3 ( $p < .03$ ).

**N200** La N200 (regiones posteriores) de las oraciones incongruentes fue más negativa que la de las congruentes en O2 ( $p < .04$ ) y P4 (.007) en el grupo de LD, sin que se mostrara ninguna otra diferencia adicional en la latencia o amplitud de este componente.

**P200** En el grupo de LD se encontró un incremento de la amplitud de P200 para las incongruentes en relación a las congruentes en Fp1 ( $p < .007$ ), F3 ( $p < .04$ ), C3 ( $p < .01$ ), C4 ( $p < .02$ ), T3 ( $p < .01$ ), T4 ( $p < .03$ ) y F7 ( $p < .04$ ) (ver figura 5).

También hubo diferencias significativas en la latencia de P200 en T4 ( $p < .01$ ) y Cz ( $p < .02$ ) con mayor latencia para las incongruentes que para las congruentes.

Nuevamente, el grupo de LN no mostró diferencias significativas para este efecto ni en amplitud ni en latencia de este componente

**P250** Para P250 solo el grupo de LN mostró mayores latencias de este componente en las oraciones congruentes comparadas con las incongruentes en O1 ( $p < .01$ ), T5 ( $p < .02$ ), T6 ( $p < .01$ ) y Pz ( $p < .04$ ).

### **N400**

Para el grupo de LN, se obtuvieron claras diferencias en los PREs de oraciones congruentes e incongruentes, dando lugar al conocido efecto N400 (efecto de facilitación semántica), que puede observarse en la figura 2 como una mayor negatividad a las oraciones incongruentes en casi todas las derivaciones.

En tanto que en el grupo con LD, no se encontró efecto N400 (excepto en O2) a causa de que la respuesta negativa en los PRE fue similar para ambos tipos de oraciones. Sin embargo, al revisar los PREs de cada niño, se encontró que en cuatro niños del grupo de LD la negatividad era mayor para las oraciones congruentes que para las incongruentes, mostrando lo contrario al efecto N400. Lo anterior se observa en la figura 4, en donde se muestra el promedio de los PRE en estos 4 niños; en esta figura es evidente la mayor negatividad en las respuestas para las oraciones congruentes sobre todo en Fz, F4, Cz, C4, C3 y Pz.

Al eliminar a los 4 niños de la muestra que mostraron una respuesta negativa mayor a las oraciones congruentes, se incrementaron las diferencias significativas entre ambos

# COMPARACION ENTRE TIPOS DE ORACIONES EN LOS LD

DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS

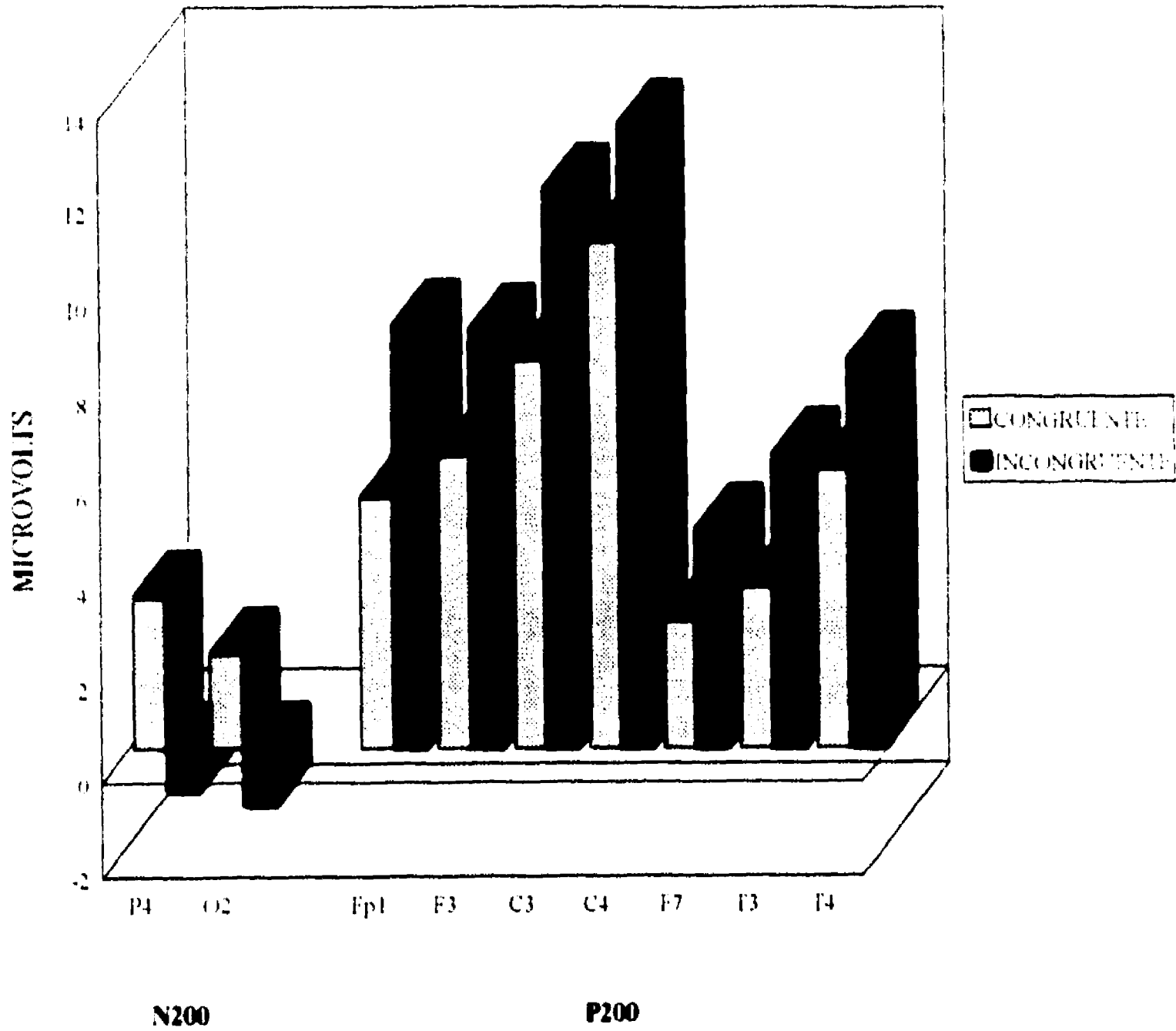


FIGURA 5

tipos de oraciones para el grupo de los restantes 12 LD cuya gráfica se presenta en la figura 3

En la tabla V se muestran las derivaciones y el nivel de significancia obtenido con la PNPPM para las diferencias entre los dos tipos de oraciones y para cada grupo, tomando para las comparaciones a los 12 niños con efecto N400 clásico.

Ambos grupos mostraron idénticas diferencias en Pz y en P4 donde es máximo el efecto N400. El grupo de LN tuvo diferencias muy significativas en ambas derivaciones centrales (C3, C4), parietales (P3, P4), en Pz y en O1, y un efecto más moderado en Fp1, Fp2, F4, O2, T5, Fz y Cz. En contraste los niños LD mostraron un mayor efecto de facilitación semántica (efecto N400) en regiones frontales derechas (Fp2, F4, F8), línea media (Fz, Cz y Pz), y región parieto-occipital derecha (P4 y O2), es notorio que la única derivación izquierda que presenta efecto N400 es C3.

Se observa una diferente topografía para ambos grupos en el efecto N400, distribuido ampliamente en casi todas las derivaciones pero con máximos en regiones posteriores para el grupo de LN, y en derivaciones de línea media y frontales derechas para el grupo de LD.

#### **Efecto de Grupo:**

Las diferencias en esta sección se refieren a las figuras 9 y 10. En ellas se muestran las respuestas de 12 niños del grupo de LD.

**Componentes tempranos:** En estas comparaciones se utilizó todo el grupo de LD (n=16) puesto que en los componentes tempranos, los PRE de los 4 niños con efecto N400 anómalo, fueron idénticos a los de los otros LD.

**P150** El grupo de LD tuvo mayores amplitudes que el grupo de LN en ambas derivaciones occipitales y en ambas temporales posteriores tanto para las oraciones congruentes O1 ( $p < .021$ ), O2 ( $p < .007$ ), T5 ( $p < .007$ ) y T6 ( $p < .009$ ), como para las incongruentes O1 ( $p < .023$ ), O2 ( $p < .021$ ), T5 ( $p < .013$ ) y T6 ( $p < .003$ ) (figura 6).

TABLA V  
NIVELES DE SIGNIFICANCIA PARA EL EFECTO DE TIPO DE ORACION EN LA PRUEBA t PERMUTACIONAL MULTIVARIADA EN EL GRUPO DE LN (n=23) Y EL GRUPO DE LD (n=12)  
INTERVALO 350-450ms

DERIVACIONES	LECTORES NORMALES	LECTORES DEFICIENTES
	p<	p<
Fp1	.014	ns
Fp2	.026	.0009
F3	ns	ns
F4	.024	.0009
C3	.0009	.01
C4	.0009	.02
P3	.0009	ns
P4	.0009	.0009
O1	.0009	ns
O2	.014	.0009
F7	ns	ns
F8	ns	.0009
T3	ns	ns
T4	ns	ns
T5	.046	ns
T6	ns	ns
Fz	.030	.0009
Cz	.010	.0009
Pz	.0009	.0009

ns = no significativo.

No se mostraron diferencias para la latencia de P150, excepto que en T5 ( $p < 0.03$ ) los LN mostraron mayor latencia que los LD

**N100** El grupo de LD mostro mayor amplitud (más negatividad) de N100 comparado con los LN, en Fp1 ( $p < 0.05$ ), Fp2 ( $p < 0.09$ ), F3 ( $p < 0.19$ ), F4 ( $p < 0.03$ ), C3 ( $p < 0.23$ ), F7 ( $p < 0.15$ ), F8 ( $p < 0.48$ ), Fz ( $p < 0.03$ ) y Cz ( $p < 0.05$ ) en las oraciones congruentes, y en F3 ( $p < 0.03$ ), C3 ( $p < 0.21$ ), F7 ( $p < 0.21$ ), F8 ( $p < 0.31$ ), T3 ( $p < 0.15$ ), T4 ( $p < 0.15$ ) y Cz ( $p < 0.35$ ), presentó el mismo efecto para las oraciones incongruentes (figura 7).

En las comparaciones de latencias de N100, sólo en C3 ( $p < 0.01$ ) y en Cz ( $p < 0.05$ ) los LD tuvieron mayores latencias que los LN en las oraciones incongruentes.

**N200**: Los LD mostraron mayores amplitudes de N200 en relación a los LN en T5 ( $p < 0.001$ ) y ( $p < 0.003$ ) para las oraciones congruentes e incongruentes respectivamente, y también mayor latencia de este componente en Pz ( $p < 0.05$ ) en las oraciones congruentes (figura 7).

**P200**: Para este componente, nuevamente los LD mostraron mayor amplitud que los LN. Esto fue significativo en C4 ( $p < 0.23$ ) y T4 ( $p < 0.27$ ) para las oraciones congruentes y en Fp1 ( $p < 0.003$ ), Fp2 ( $p < 0.033$ ), F4 ( $p < 0.031$ ), C3 ( $p < 0.009$ ), C4 ( $p < 0.001$ ), T4 ( $p < 0.009$ ) y Fz ( $p < 0.025$ ) para las incongruentes (figura 8).

COMPARACION ENTRE GRUPOS DE P150

DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS

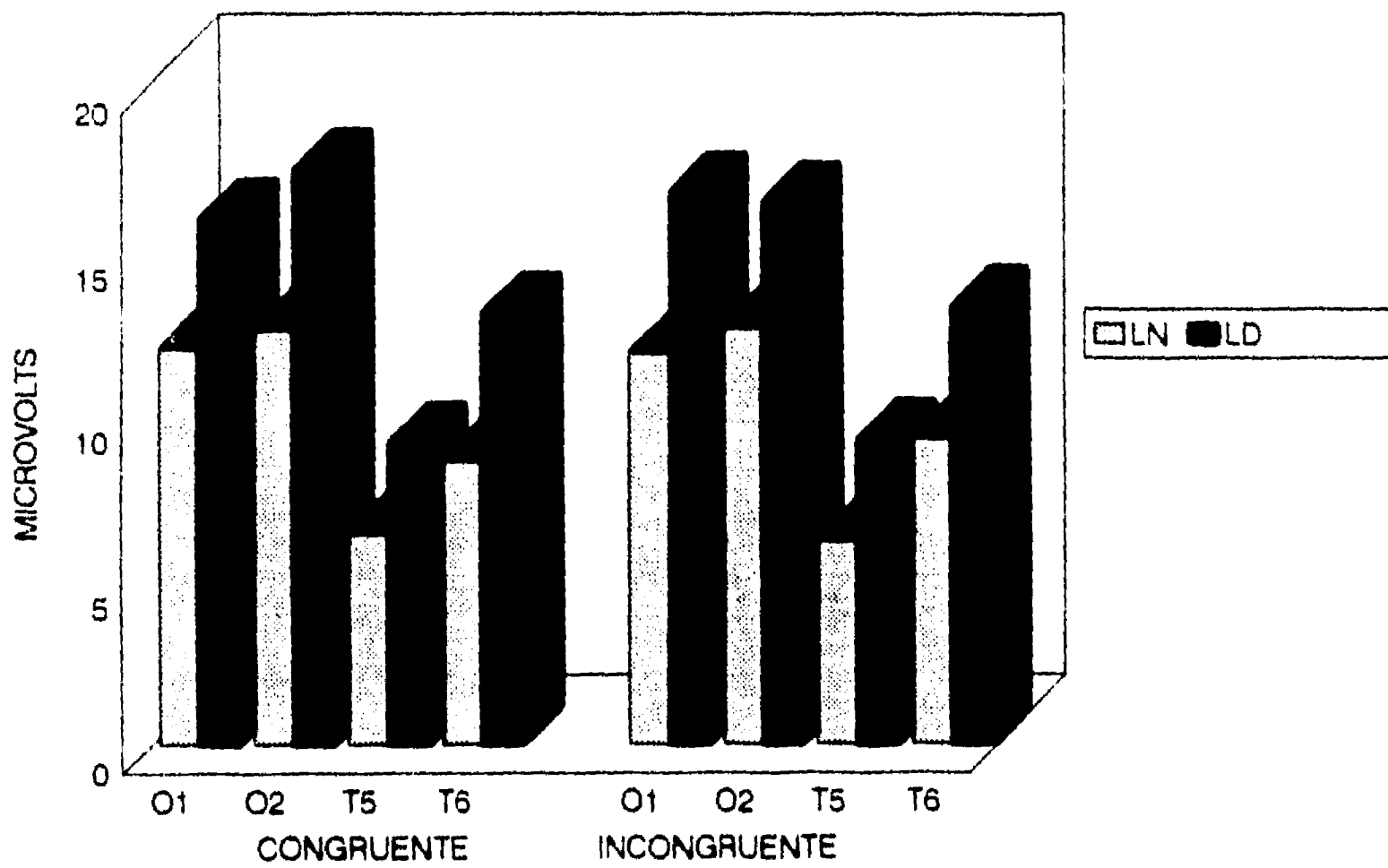


FIGURA 6



# COMPARACION ENTRE GRUPOS DE N100 Y N200

## DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS

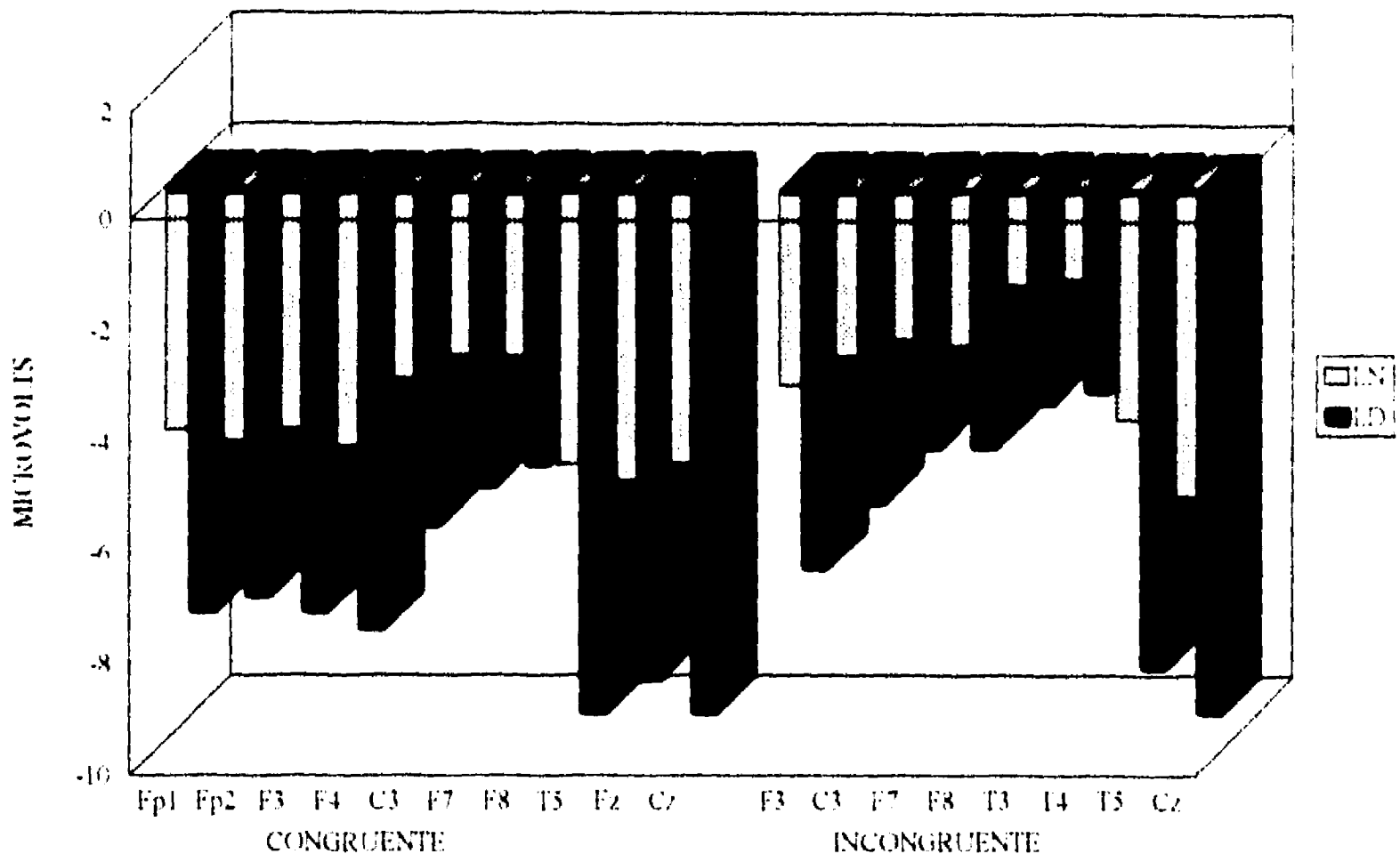


FIGURA 7

# COMPARACION ENTRE GRUPOS DE P200 Y P250

## DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS

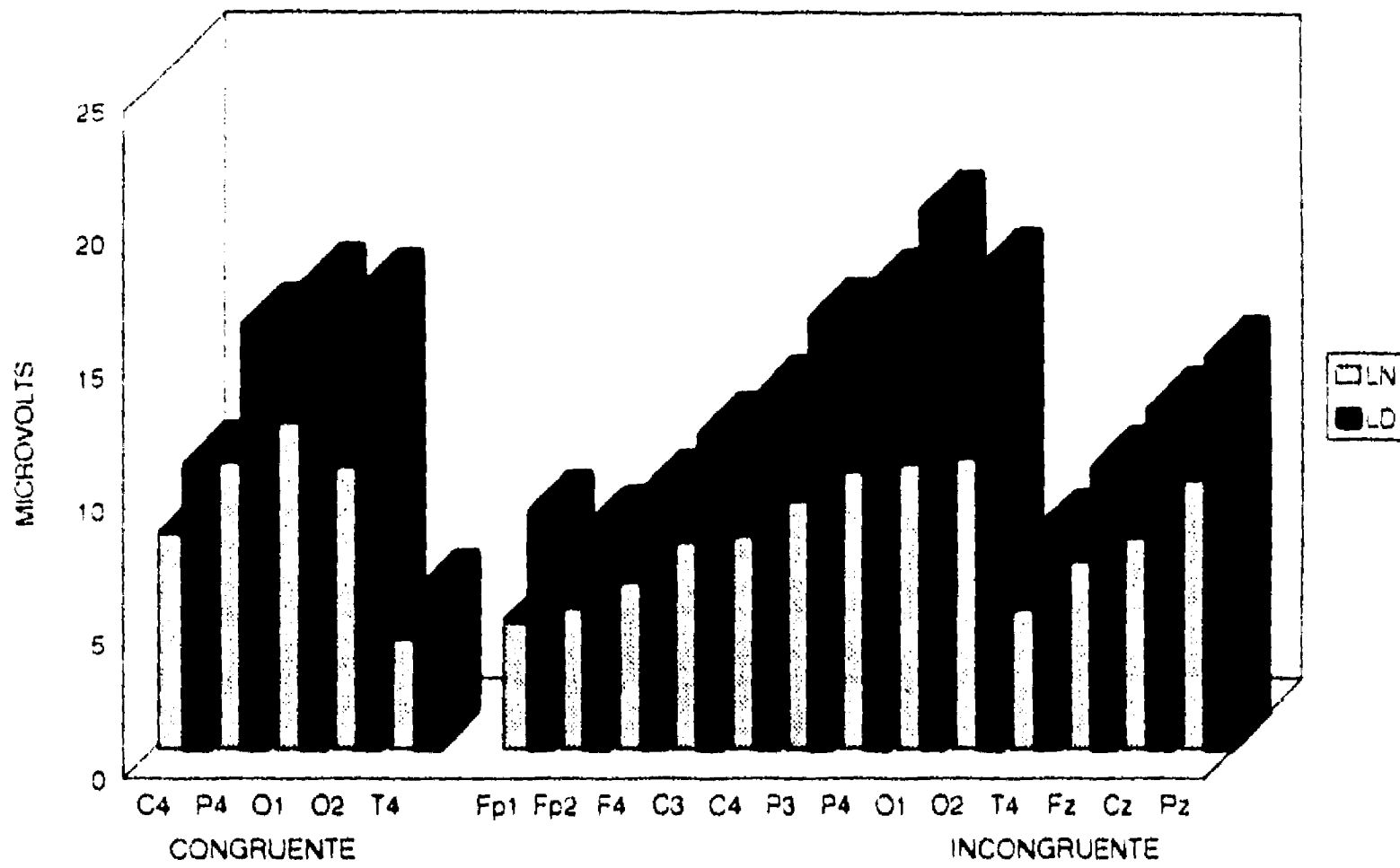


FIGURA 8

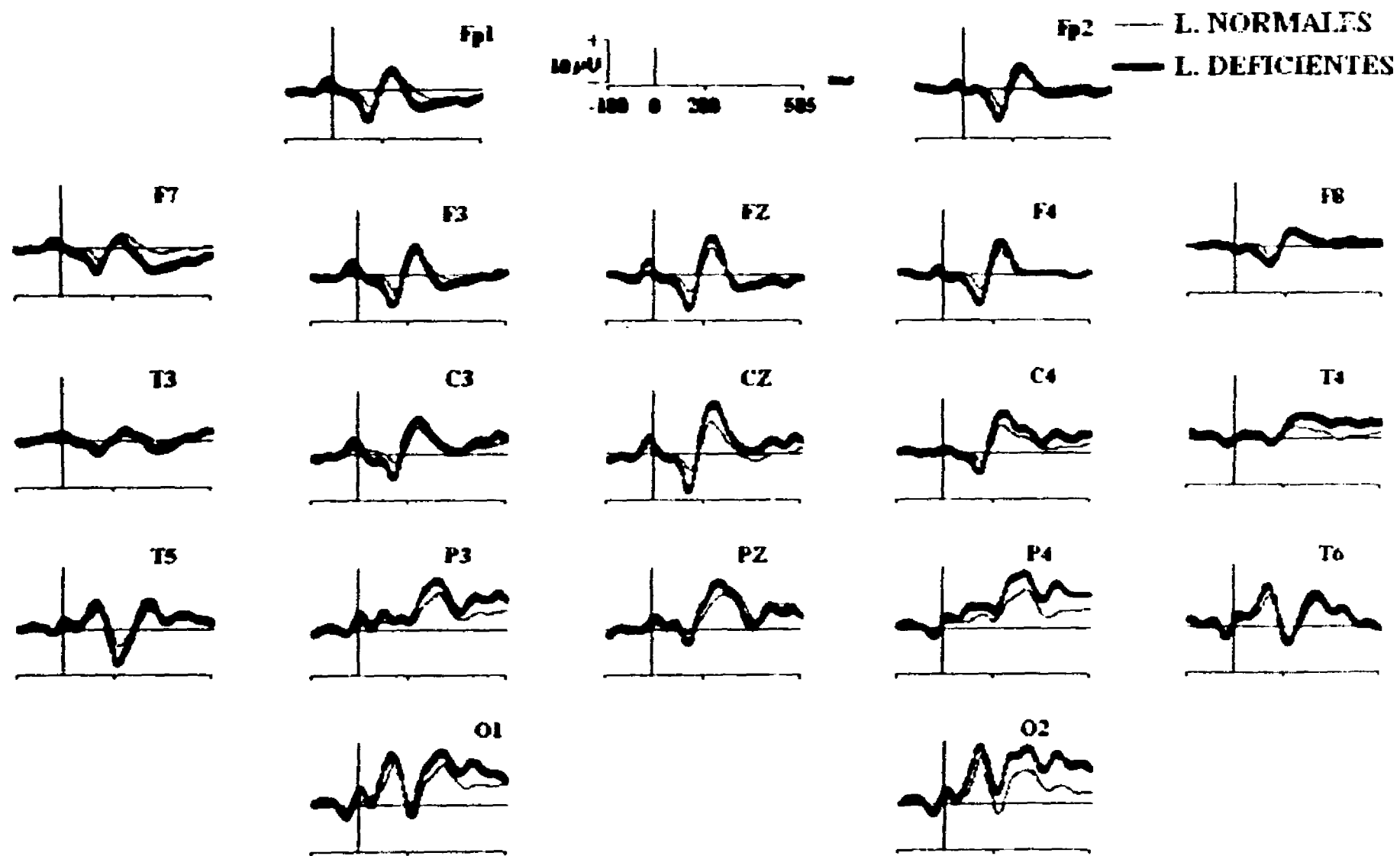


Figura 9.- PRÉs a las oraciones congruentes en ambos grupos LN (n = 23) y LD (n = 12)  
 En línea delgada las respuestas de los LN y en línea gruesa la de los LD. Obsérvense las diferencias en los componentes tempranos y en N400.

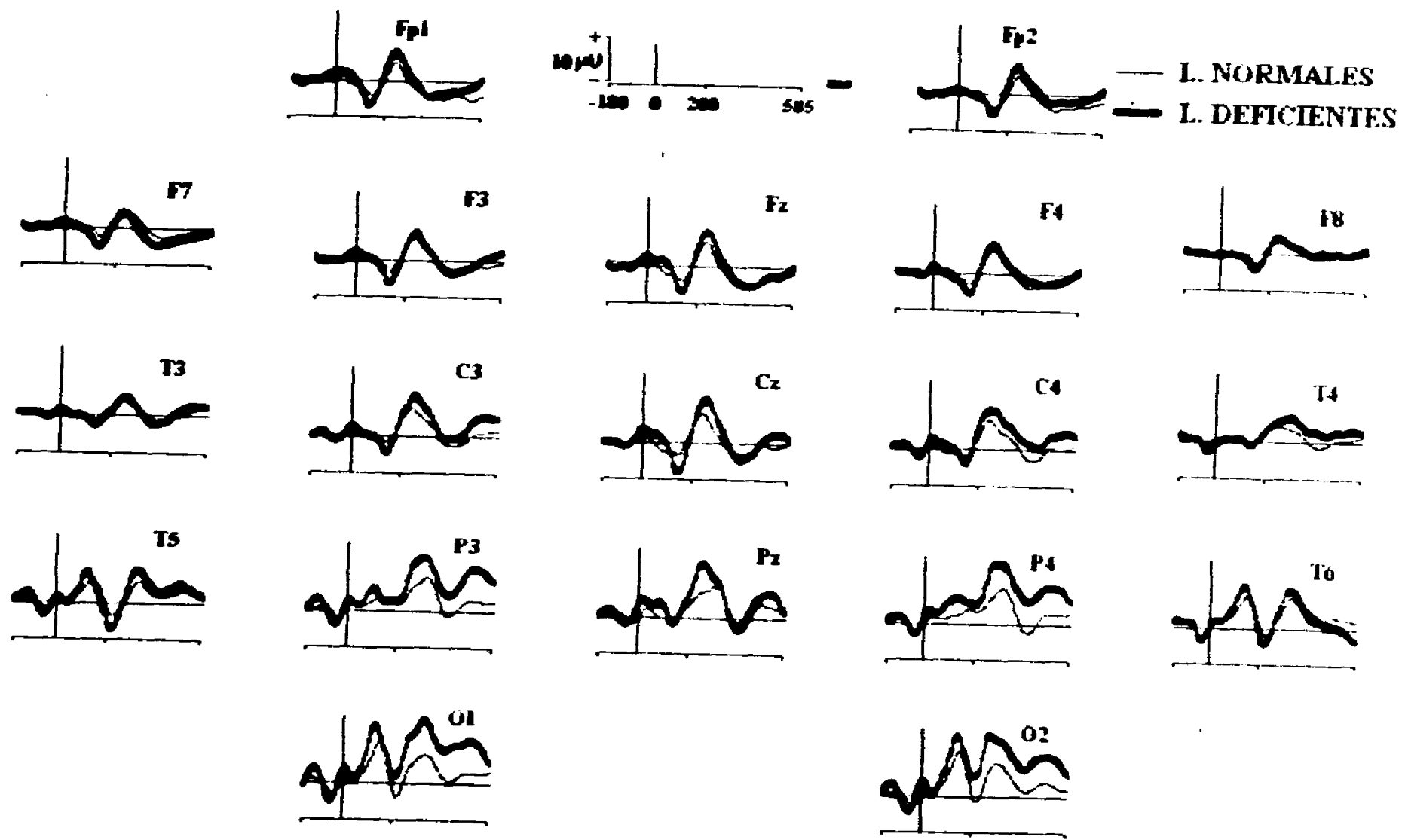


Figura 10.- PREs a las oraciones incongruentes en ambos grupos LN (n = 23) y LD (n = 12)  
En línea delgada las respuestas de los LN y en línea gruesa las de los LD. Obsérvense las diferencias en los componentes tempranos y en N400.

Las diferencias en latencia de P200 fueron significativas únicamente en T3 ( $p < .03$ ) con los LD > LN en oraciones congruentes, y con el mismo efecto en T4 y Cz para las incongruentes

**P250** Los LD mostraron mayor amplitud que los LN en O1 ( $p < .031$ ), O2 ( $p < .003$ ) y P4 ( $p < .003$ ) en las oraciones congruentes y en O1 ( $p < .001$ ), O2 ( $p < .001$ ), Cz ( $p < .001$ ), Pz ( $p < .009$ ), P3 ( $p < .001$ ) y P4 ( $p < .001$ ) para las incongruentes (figura 8)

### **N400**

La Tabla VI muestra los promedios de los valores de amplitud de las ondas diferencia medidos en la ventana 350 - 450 ms en cada derivación. Como en la comparación de los PRE de la sección anterior, puede observarse que el efecto N400 fue máximo en ambas zonas centrales, parietales y la región occipital izquierda para los LN, en contraste, los LD mostraron el máximo de este efecto en la línea media, región frontal y occipital derechas

La PNPPM reveló diferencias significativas entre los LN y los LD ( $n=12$ ) en O1 y P4 ( $p < .0009$ ) donde los LN mostraron mayor valor de amplitud para el efecto N400 con respecto a los LD. (Ver figura 11 y Tabla VI)

Para las latencias de N400, los LD mostraron mayores latencias que el grupo de LN en todas las derivaciones, siendo significativas en F3 ( $p < .03$ ), T6 ( $p < .02$ ) y Fz ( $p < .05$ ), con significancias marginales en C3 ( $p < .08$ ), P3 ( $p < .08$ ), Pz ( $p < .09$ ), Cz ( $p < .10$ ) y T5 ( $p < .12$ ). (Ver figura 11 y Tabla VI)

Lateralización hemisférica de los componentes tempranos

N100: LN: F4 > F3 ( $p < .001$ ) para las oraciones incongruentes

N200: LN: P3 > P4 ( $p < .02$ ) y O1 > O2 ( $p < .08$ ) en oraciones incongruentes

LD: O1 > O2, T5 > T6 y P3 > P4 ( $p < .0009$ ) en oraciones congruentes, y T5 > T6 ( $p < .01$ ) y P3 > P4 ( $p < .05$ ) para las incongruentes

P200: LN: C3 > C4 ( $p < .08$ ) para oraciones congruentes.

LD: Fp2 > Fp1 ( $p < .01$ ), F4 > F3 ( $p < .01$ ), C4 > C3 ( $p < .006$ ), T4 > T3 ( $p < .02$ ) y F7 > F8 ( $p < .04$ ) para las oraciones congruentes

P250: LN: T6 > T5 ( $p < .006$ ) para ambos tipos de oraciones, O1 > O2 ( $p < .01$ ) para las congruentes y P4 > P3 ( $p < .05$ ) para las incongruentes.

LD: T6 > T5 ( $p < .08$ ) para ambos tipos de oraciones y P4 > P3 ( $p < .03$ ) para las congruentes

Distribución topográfica de N400 (medida como onda diferencia)

Los valores normalizados de las ondas diferencia mostraron que los LD tuvieron mayor efecto N400 en O2 ( $p < .02$ ), Cz ( $p < .01$ ), Fz ( $p < .04$ ) y F4 ( $p < .05$ ) en relación con los LN que en cambio mostraron un mayor efecto N400 en O1 ( $p < .02$ ) y P4 ( $p < .02$ ) (Ver figura 12).

Al comparar por separado la lateralización hemisférica del efecto N400 para cada grupo, los LD mostraron una mayor asimetría (derecha > izquierda) en F4 > F3 ( $p < .05$ ), P4 > P3 ( $p < .06$ ), O2 > O1 ( $p < .004$ ), T6 > T5 ( $p < .008$ ) y T4 > T3 ( $p < .01$ ). Estos datos confirman la observación de menor efecto N400 en el hemisferio izquierdo de los LD

Los LN mostraron una asimetría diferente en la región occipital  $O1 > O2$  ( $p < .04$ ), aunque en las regiones frontales, centrales y parietales tendieron a mostrar la asimetría derecha  $>$  izquierda que se ha reportado para el componente N400 de adultos normales (Kutas y Hillyard, 1980b, 1982, Kutas et al., 1988, Kutas y Van Petten, 1988)

TABLA VI  
N400 MEDIDA EN LAS ONDAS DIFERENCIA

Derivación	LECTORES NORMALES		LECTORES DEFICIENTES	
	Amplitud promedio en la ventana	Latencia	Amplitud promedio en la ventana	Latencia
	Media	Media	Media	Media
FPI	-2.31	421.70	-1.54	444.55
FP2	-2.12	421.04	-3.16	435.82
F3	-1.80	414.13 *	-2.49	439.09 *
F4	-2.32	421.43	-4.25	439.36
C3	-3.06	411.13 <sup>1</sup>	-2.55	428.45 <sup>1</sup>
C4	-3.74	419.87	-3.07	422.73
P3	-3.66	406.83 <sup>1</sup>	-1.12	426.55 <sup>1</sup>
P4	-4.87 **	411.26	-2.13 **	423.00
O1	-3.77 **	409.30	-0.12 **	418.91
O2	-1.67	411.78	-2.79	417.82
F7	-1.22	425.35	-0.54	442.09
F8	-1.19	434.61	-1.41	435.82
T3	-0.95	427.17	0.00	447.55
T4	-0.85	436.57	-1.69	447.55
T5	-0.75	409.30	0.68	423.27
T6	-0.54	413.74 *	-1.77	438.00 *
Fz	-2.02	419.87 *	-4.07	444.00 *
Cz	-2.77	401.87	-5.32	417.55
Pz	-5.45	402.65 <sup>1</sup>	-3.91	419.18 <sup>1</sup>

\*\*  $p < .0009$  LN < LD  
 \*  $p < .05$  LD > LN  
<sup>1</sup> significación marginal

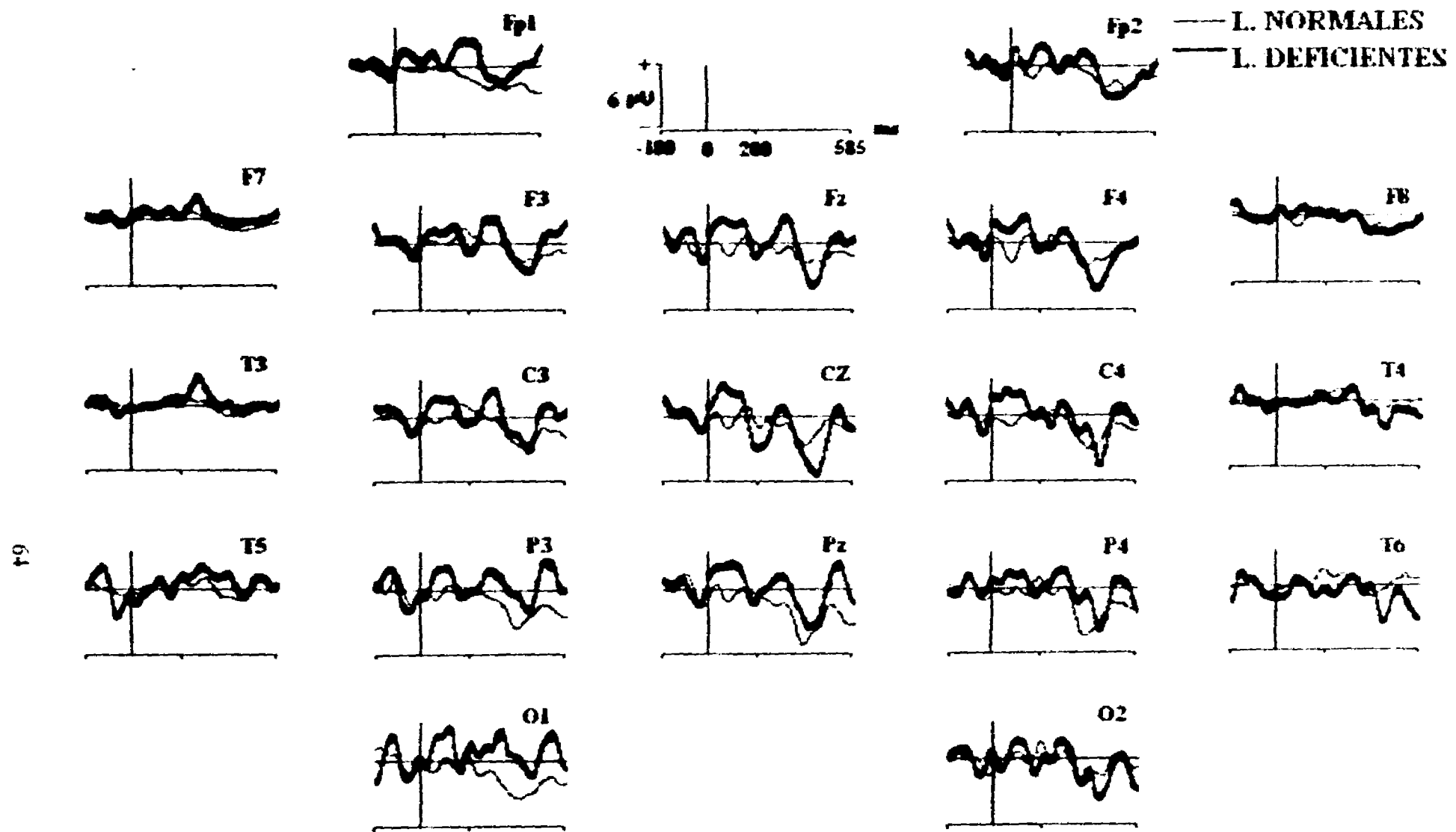


Figura 11. - Gráfica de las Ondas Diferencia que muestra el efecto N400 para ambos grupos de sujetos. LN (n = 23) en línea delgada y LD (n= 12) en línea gruesa. Se observa mayor amplitud del efecto N400 en P3, Pz, P4 y O1 para los LN y en Fz, F4, Cz, C4, T6 y O2 para los LD.



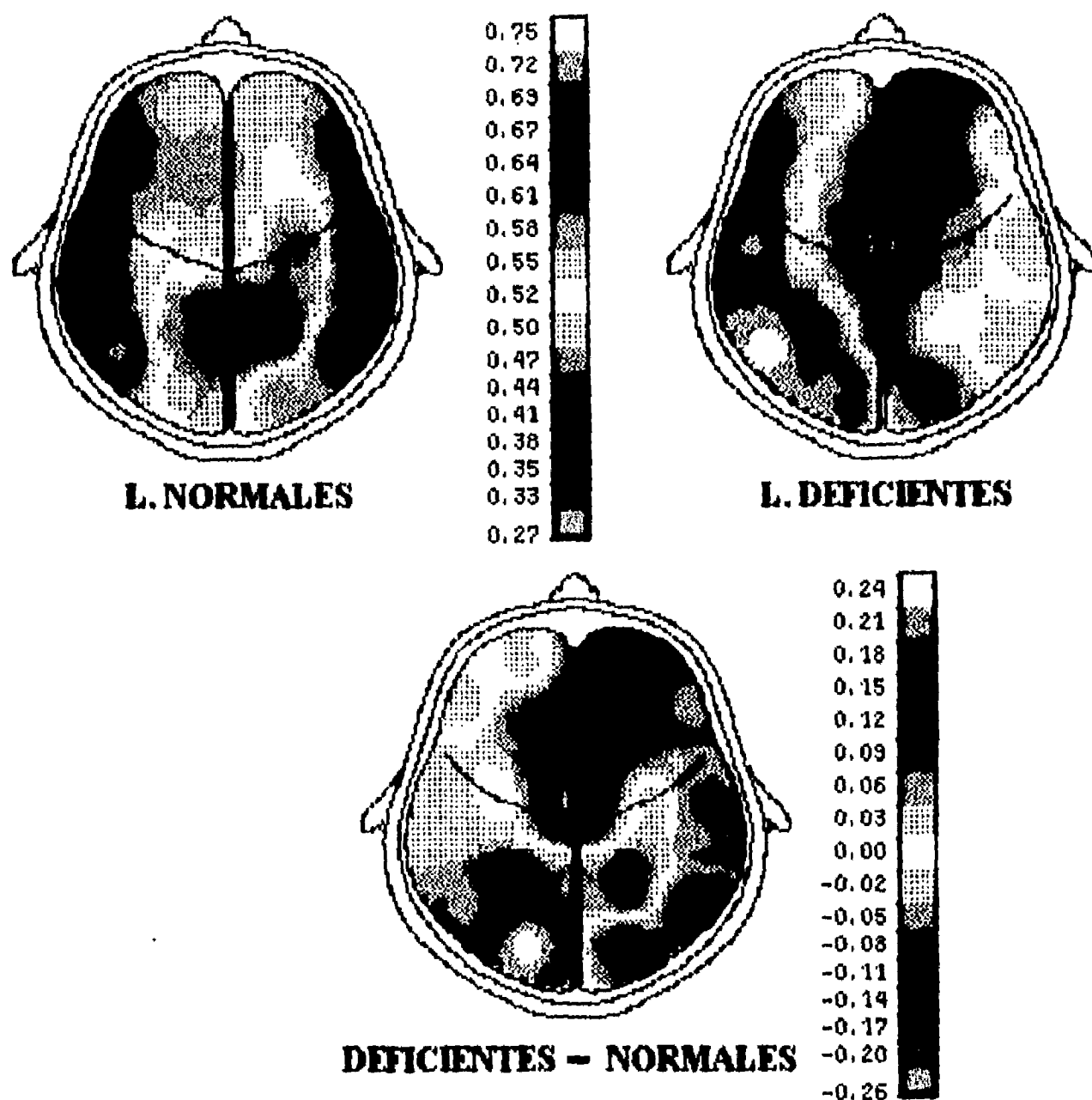


Figura 12.- Distribución topográfica de N400 en LN y LD.

Las dos gráficas superiores se construyeron con la onda diferencia normalizada. La normalización escala los valores de amplitud entre 0 y 1, de modo que las amplitudes negativas tienen valores cercanos a 0 (color azul) y las positivas, valores cercanos a 1 (color amarillo). Esto se muestra en la escala de la parte superior. En dicha parte se muestra la distribución topográfica de predominio centro parietal derecho para los LN, y con mayor amplitud en regiones frontales derechas, línea media y occipital derecha para los LD.

En la parte inferior, la diferencia LD - LN mostrando las zonas donde los dos grupos tienen las máximas diferencias: Los LD tienen mayor negatividad en Cz, zonas frontales derechas y algo menos en la zona temporal y occipital derecha. Los LN presentan mayor negatividad en ambas regiones parietales y la temporo-occipital izquierda.

## VI.-DISCUSION

**Diferencias conductuales** Luego de que los grupos fueron clasificados con la batería Psicoeducativa, la BTL permitio conocer un panorama mas completo de las diferencias conductuales entre los dos grupos

Fue claro el menor rendimiento en todas las tareas de lectura para el grupo de LD. Las tareas de sintaxis y de comprensión de la lectura discriminaron mejor entre ambos grupos, lo que corrobora la estrecha relación entre estos procesos en la lectura (Mitchell, 1987). La tarea sintáctica mostró una alta correlación estadística con la tarea de lectura de palabras, este hallazgo es consistente con el modelo de aprendizaje de la lectura de Spear-Swerling y Sternberg, (1994) que sugiere una importante relación entre el reconocimiento de palabras y la comprensión de la lectura. Estos autores sostienen que los niños con trastornos en la lectura procesan las palabras con mayor dificultad que los niños normales. En este estudio, esa tendencia fue clara, lo que se mostró con los tiempos de lectura más lentos y una mayor proporción de errores en los LD en las tareas de lectura. De acuerdo a este modelo, un mayor esfuerzo en el reconocimiento de palabras implica un mayor uso de recursos mentales que deberían destinarse a la comprensión del texto, de modo que como los LD muestran menor reconocimiento automatizado de palabras son también menos eficientes en la comprensión de la lectura. Es posible que estas características conductuales de los LD se reflejaran en los PREs, con una mayor amplitud de N100 (mayor demanda lingüística), mayor P200 (más atención y por tanto

menos automatización en los procesos de lectura) y mayores latencias de N400 relacionada a una integración del léxico más demorada.

### **Componentes tempranos**

Los estudios del desarrollo de procesos cognoscitivos que han empleado PRE han reportado una declinación progresiva con la edad de la amplitud y de la latencia de los diferentes componentes, como N100, P150 y P200 (Holcomb et al., 1992, Johnson, 1989). Courchesne (1978) ha relacionado ese fenómeno a un procesamiento de información crecientemente eficiente.

En nuestro estudio, las mayores amplitudes de N100, P150 y P200 de los LD con respecto a los LN pueden interpretarse como un signo electrofisiológico de inmadurez en el procesamiento de información. Esta idea apoya las teorías que explican los trastornos de los lectores deficientes -no de los disléxicos- como un retraso en la maduración (Rourke, 1976, Stanovich, 1988).

Por otra parte, Neville et al. (1986) y Curran et al. (1993) señalan un aumento en la amplitud de N100 (N150) al aumentar la demanda semántica en una tarea de lenguaje en adultos. Stelmack et al. (1988) observaron en un grupo de niños con trastornos en la lectura, P200 de mayor amplitud con respecto a los controles durante una tarea de lectura silente de palabras, interpretándolo como una diferencia en una etapa temprana del procesamiento entre ambos grupos.

Otra manera de interpretar el resultado de la mayor amplitud de los componentes tempranos N100 y P200 es relacionarlo con un mayor esfuerzo de atención involucrado en la lectura de los LD con respecto a los LN, es decir, la lectura silente para los LD es

una tarea de gran demanda de atención (menos automatizada) comparados con los normales

Otro hallazgo fue que en el grupo de LD, el componente P200 mostró sensibilidad a las incongruencias semánticas, aumentando de amplitud en las oraciones incongruentes, en las derivaciones centrales, temporales anteriores y frontal izquierda. Holcomb et al (1992) reportaron amplitudes disminuidas para P250 con las incongruencias en las regiones posteriores derechas en los niños normales. Una tendencia similar se observó para los LN de este estudio. Adicionalmente, Stelmack et al. (1988) describieron un P200 de mayor amplitud en niños con trastornos de lectura durante tareas de lectura y reconocimiento de palabras aisladas, interpretándolo como una diferencia con respecto a los niños normales en una etapa temprana de procesamiento de estímulos tanto durante la codificación como durante la recuperación de la información.

Con base en el modelo de comprensión de la lectura que he mostrado, no hay una explicación satisfactoria para este hallazgo. Por un lado, no podemos concluir que los LD muestren una mayor atención a las oraciones incongruentes, pues ellos no podían anticipar si una oración era congruente o no hasta terminar su análisis, lo cual según el modelo no ocurriría en la latencia de los 200 - 250 milisegundos. Por otro, si postulamos que los LD detectan incongruencias semánticas a los 200 milisegundos, estaríamos en contradicción con los hallazgos conductuales que señalan sus deficiencias en la comprensión, y con los hallazgos de N400 en este estudio, según los cuales, la capacidad de distinguir incongruencias semánticas en los LD no es muy buena.

### N400

En el grupo de LN, todos los niños mostraron un aumento en la amplitud de N400 a las oraciones incongruentes utilizando el paradigma original de Kutas y Hillyard (1980b) con estimulación visual. La presencia del efecto N400 concuerda con los hallazgos de reportes previos en adultos (Kutas y Hillyard, 1980, 1982), niños normales (Holcomb et al., 1992) y niños con trastornos del lenguaje (Neville et al., 1993), así como también el hecho de que ambos grupos tendieron a mostrar una respuesta "N400" a ambos tipos de oraciones, aunque de mayor negatividad para las oraciones incongruentes (ver figuras 2, 3 y 4).

Ahora bien, cuando se realizó la promediación con los 16 niños del grupo de LD se observó la misma respuesta fisiológica a ambos tipos de oraciones, es decir, al analizar a los 16 LD no se detectó el efecto N400. Esto fue debido a que en 4 niños la negatividad a las oraciones congruentes fue mayor que a las incongruentes, lo que puede interpretarse como que estos 4 niños fueron incapaces de distinguir las incongruencias semánticas. Conductualmente, dos de estos niños tuvieron los más bajos puntajes en las preguntas acerca del sentido de las oraciones, otro mostró puntajes muy bajos en la tarea de lectura de palabras de la BTL, sin embargo, no pudieron demostrarse diferencias en sexo, edad, preferencia manual o IQ en estos 4 niños con respuesta anómala.

Al postular que la causa de las fallas en la lectura que presentan los LD es un retraso en la maduración, se esperaba que este grupo mostrara una mayor amplitud de la onda N400 en las oraciones incongruentes - e incluso en las congruentes- como reflejo de inmadurez en la habilidad de reconocimiento de palabras y de integración al léxico. Sin

embargo, no encontramos diferencias entre los grupos en el componente N400 en ninguno de los dos tipos de oraciones

Hay dos factores que pueden ser tomados en cuenta para explicar esta falta de diferencias: 1) las dificultades leves que presentan los LD en la lectura y 2) el largo tiempo de estimulación que pudo beneficiar a los LD

Posiblemente en el proceso de integración del léxico, las dificultades en la lectura características de los niños con trastornos de lenguaje (Neville et al., 1993) son mayores que las atribuidas a las de los niños que solo son lectores deficientes ("poor readers" de Rayner y Pollatsek, 1989). Si es así, podría esperarse que los niños con trastornos de lenguaje mostraran mayores amplitudes de N400, reflejo de un mayor esfuerzo en dicho proceso, comparado con los niños normales. En cambio los LD tendrían un efecto N400 un tanto menor que el de los niños con trastornos de lenguaje, pues su esfuerzo de integración del léxico es un tanto menor, comparados con los que tienen trastornos.

Otro factor importante fue la duración del estímulo usada en este experimento que fue de entre uno y dos segundos, contrastando con los reportes de experimentos similares en niños, donde la duración en pantalla de las palabras era de 300 ms (Neville et al., 1993; Holcomb et al., 1992; Taylor, 1993).

La duración de la estimulación en este experimento fue determinada después de la realización de algunas pruebas con niños de la edad de la muestra, para asegurar que la mayor parte de los niños podían leer y comprender las oraciones, sin embargo esta duración relativamente larga pudo ayudar a los mecanismos de reconocimiento de palabras que son más lentos en los LD, que de este modo compensaron su ineficiente

integración del léxico, mostrando N400 de características semejantes a los LN, ya que se ha mostrado que los LD dependen más del contexto para el reconocimiento de palabras (Schwantes, 1985, Stanovich et al., 1985, Stanovich, 1988)

Vistos en conjunto, es posible que las dificultades menores en la lectura que presentan los LD en contraste con los niños con trastornos del lenguaje, y el mayor tiempo que los LD tuvieron un contexto disponible para reconocer las palabras en las oraciones, expliquen las similitudes de los PREs obtenidos en los dos grupos.

Con respecto al efecto N400 (efecto de facilitación semántica), que se esperaba mayor en los LD, encontramos diferencias significativas entre los grupos solamente en P4 y O1, pero en sentido contrario al esperado. Los factores mencionados en el párrafo anterior, pudieran explicar también el que no haya diferencias en casi todas las derivaciones; por otra parte, los LN tuvieron mayor efecto N400 que los LD en O1, porque éstos últimos no mostraron diferencias entre las respuestas a los dos tipos de oraciones en esta derivación. La diferencia en P4 puede explicarse por la distinta topografía de N400 mostrada por los dos grupos: los LN mostraron su máximo efecto N400 en P4 (y en Pz), mientras que los LD lo mostraron en Cz y F4. Una interpretación sobre el significado funcional de esta diferencia se trata en el siguiente párrafo.

Fueron muy claras las diferencias en la distribución topográfica de N400 entre los grupos estudiados. Por una parte, la onda N400 en los LN se distribuyó difusamente en la mayoría de las derivaciones en ambos hemisferios, mientras que los LD prácticamente la tuvieron confinada a seis derivaciones del hemisferio derecho y a las de la línea media. Una posible explicación a estos hallazgos se puede encontrar en el modelo de Bakker

(1992) que explica la activación hemisférica durante la adquisición de la lectura, sugiriendo que dicha adquisición sucede en dos fases, en la primera predomina el análisis perceptual del texto y con ello la función del hemisferio derecho, mientras que posteriormente, lo preponderante es el análisis sintáctico y semántico, que son atribuidos al hemisferio izquierdo. Desde este punto de vista, el grupo de 12 LD no mostró el efecto N400 en el hemisferio izquierdo, lo que puede significar que sus estrategias de análisis semántico (evaluado con N400) aun no están maduras en dicho hemisferio, comparados con los LN que si presentan un claro efecto N400. Estaríamos pues hablando nuevamente de un retraso en la maduración en los LD.

Además, las ondas diferencia con valores normalizados confirmaron la distinta distribución topográfica del efecto N400 para cada grupo. Como se muestra en la figura 12, se encontraron diferencias topográficas significativas. Los LD mostraron mayor negatividad en las regiones frontales derechas, la línea media y la región occipital derecha, los controles en ambas regiones parietales y la región occipital izquierda. En su estudio del desarrollo de la N400, Holcomb et al. (1992) describieron diferencias relativas a la edad en la distribución de la amplitud promedio normalizada de N400, mientras que los niños más pequeños tuvieron mayor negatividad en las regiones frontales, los niños mayores mostraron mayor negatividad en las regiones occipitales.

En el presente estudio, los LD tendieron a mostrar mayores negatividades en las zonas frontal y de la línea media que en las regiones posteriores, mientras que los LN mostraron la tendencia contraria. Estas diferencias en la topografía muestran a los LD con una distribución correspondiente a un grupo de edad más pequeño que el que les



correspondería, apoyando la explicación del retraso en la maduración como causa de las fallas en la lectura de los LD

El estudio de la topografía de N400 fue útil, pues permitió verificar que aunque el N400 de ambos grupos era aparentemente semejante, posiblemente los generadores de ese componente son distintos para ambos grupos. Courchesne (1983) y Donchin (1986) afirman que el cambio con la edad en la topografía de un componente puede evidenciar un cambio en la estrategia del proceso subyacente a tal componente. Por los hallazgos en la topografía de N400 podemos decir que al enfrentarse al procesamiento semántico en la lectura, los LD ponen en juego mecanismos cuyo origen fisiológico es el lóbulo frontal asociado a procesos controlados conscientemente -es decir no automatizados- (Pauli et al., 1994). Moscovitch y Winocur, (1992) han postulado que el procesamiento consciente (frontalizado) ocurre con mayor probabilidad durante tareas difíciles y en el principio del entrenamiento, por lo anterior aunado a los resultados conductuales, podemos inferir que en los LD el procesamiento semántico en la lectura no está automatizado. En contraste, los LN muestran conductualmente una mayor automatización en la lectura, mostrando un menor esfuerzo, y electrofisiológicamente una distribución topográfica parietal del N400, la cual es compatible con una función de automatización de tareas postulada para el lóbulo parietal (Pauli et al., 1994; Moscovitch y Winocour, 1992). Lo anterior tiene relación con el experimento de Posner et al. (1994) con resonancia magnética funcional durante tareas de lenguaje, cuando el sujeto está en fase de entrenamiento involucra muchas áreas cerebrales principalmente frontales, cuando ha dominado la tarea,

solamente se activa una pequeña porción de corteza. En conclusión, los hallazgos de la topografía de N400 parecen apoyar la hipótesis de la inmadurez funcional de los LD.

En otro orden de ideas, una de las variables generales de procesamiento que se asocia a las dificultades de lectura es la velocidad de procesamiento de información (DiLollo et al, 1983, Wolf, 1986, Wolf et al, 1986). En este estudio, como una tendencia global, la latencia de N400 fue claramente mayor en los LD que en los LN, lo cual posiblemente implica un procesamiento más lento para la integración de palabras dentro de un contexto para los LD. Este enlentecimiento parece ser específico para este proceso, puesto que en los LD no se hallaron retrasos consistentes en las latencias de los componentes tempranos.

En resumen, aunque el componente N400 de los PRE a las oraciones congruentes e incongruentes de ambos grupos fue bastante similar, los LD mostraron una falta de efecto N400 en el hemisferio izquierdo y una distribución topográfica de este efecto predominantemente en las regiones frontal derecha y de la línea media, comparada con la distribución más centro-parietal (con predominio derecho) de los niños normales. El análisis de las ondas diferencia confirmó estos hallazgos señalando para los LD una distribución topográfica más frontalizada, propia de una edad menor y compatible funcionalmente con un procesamiento no automatizado que requiere mayor esfuerzo para el análisis semántico de la lectura. Además, este grupo mostró mayores latencias para el efecto N400.

Tomados en conjunto, estos hallazgos pueden estar reflejando un retraso en la maduración funcional en los LD que se manifiesta como un mayor esfuerzo para integrar

las palabras dentro de su contexto, proceso en el cual los LD son menos eficientes que los niños normales

## CONCLUSION

Los Potenciales Relacionados con Eventos durante la lectura de niños lectores deficientes mostraron mayores amplitudes de los componentes tempranos N100 y P200, lo cual apoya la hipótesis del retraso en la maduración, sugiriendo que en ellos la lectura es una tarea más demandante y que requiere mayor atención, lo que refleja una inmadurez funcional en el procesamiento temprano de la lectura. Por otro lado, no se encontraron diferencias consistentes para las latencias de los componentes tempranos.

En el componente N400, los LD, con respecto a los LN mostraron: a) una semejanza en sus respuestas a oraciones congruentes e incongruentes, que revela un deficiente reconocimiento de incongruencias semánticas, sobre todo en el hemisferio izquierdo, lo que puede sugerir que las estrategias semánticas asociadas a este hemisferio no son eficientes en los LD. Esto apoyaría la hipótesis de retraso en la maduración, b) mayor latencia del efecto N400, es decir un proceso de integración del léxico más lento, lo que también apoyaría dicha hipótesis; c) una topografía del efecto N400 con predominio frontal, compatible con lo demostrado para niños más pequeños que los de esta muestra, una probable interpretación de esto es que la actividad de integración del léxico en los LD es un proceso que les requiere de atención, en contraste con los LN que se caracterizaron por un proceso de integración del léxico más rápido, con una topografía centro parietal derecha, lo que haría suponer que en ellos dicho proceso ya no requiere de atención. Estos hallazgos también apoyarían la hipótesis de retraso en la maduración para los LD; d) en la onda N400, no se mostraron diferencias entre los dos grupos, lo que quizá puede explicarse por que la dificultad en el proceso de integración

del léxico no es tan grande en los LD (comparados con los niños con trastornos del lenguaje) y por que en este experimento pudieron beneficiarse de la larga duracion del estímulo. A este respecto, no se cumplio la hipótesis de retraso en la maduración.

Los hallazgos permiten concluir que los LD mostraron que su procesamiento funcional de la lectura no es automático, pues requiere de mayor atención tanto durante el análisis temprano de la información lingüística como durante el proceso integración del léxico, en el cual no son tan eficientes como los LN, esto se demostró con el análisis de N400. Los LD requieren de un esfuerzo mayor durante el procesamiento de integración del léxico en la lectura, es posible que dicho esfuerzo limite su capacidad de comprensión de frases.

Lo anterior parece apoyar la explicación de retraso en la maduración de procesos como el reconocimiento automático de palabras y la comprensión, como la causa de las fallas en los lectores deficientes.

## **VII.-REFERENCIAS**

Ackerman, P.T., Dykman, R.A. y Gardner, M.Y. Counting rate, naming rate, phonological sensitivity and memory span: major factors in severe dyslexia. *Journal of Learning Disabilities*, 23 (5) 325 - 327. 1990.

Ackerman, P.T. and Dykman, R.A. Phonological processes, confrontational naming and immediate memory in dyslexia. *Journal of Learning Disabilities*, 26 (9) 597 - 607. 1993.

Anderson, K., Brown, C. and Tallal, P. Developmental language disorders: evidence for a basic processing deficit. *Current Opinion in Neurology and Neurosurgery*, 6: 98 - 106. 1993.

Avila, R. *Léxico y estrato social*. El Colegio de México. 1986.

Avila, R. *Diccionario Infantil DIME*. Editorial Trillas, México. 1993.

Bakker, D.J. Neuropsychological classification and treatment of dyslexia. *Journal of Learning Disabilities*, 25, 2. 102 - 109. 1992.

Barret, S. and Rugg, M. Event-related potentials and the semantic matching of faces. *Neuropsychologia*, 27. 913-922. 1989.

Barret, S. and Rugg, M. Event-related potentials and the semantic matching of pictures. *Brain and Cognition*, 14: 201-212. 1990.

Bentin, S., McCarthy, G. and Wood, C.C. Event-related potentials, lexical decision and semantic priming. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 60, 343-355. 1985.

Bobes, M.A., Valdés-Sosa, M. and Olivares, E. An ERP study of expectancy violation in face perception. *Brain and Cognition*, 26, 1: 1-22. 1994.

Boder, E. Developmental dyslexia: A diagnostic approach based on three atypical reading-spelling patterns. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 15, 663 - 687. 1973.

Bransford, J., Stein, B. & Vye, N. Helping students how to learn from written texts. In M. Singer (Ed.), *Competent reader, Disabled reader. Research and application*. Hillsdale, N.J. Erlbaum Associates. 1982.

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

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

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

Chabot, R.J., Petros, T.V. and McCord, G. Developmental and reading ability differences in accessing information from semantic memory. *Journal of Experimental Child Psychology*, 35, 128 - 142. 1983

Chwilla, D., Brown, C. and Hagoort, P. The N400 as a function of the level of processing. *Psychophysiology*, 32, 274 - 285. 1995

Cornwall, A. The relationship of phonological awareness, rapid naming and verbal memory to severe reading and spelling disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 25, 532 - 538. 1992.

Courchesne, E. Neurophysiological correlates of cognitive development: changes in long latency event-related potentials from childhood to adulthood. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 45: 468 - 482. 1978.

Courchesne, E. Cognitive components of the event-related potentials: changes associated with development. En: A.W.K. Gaillard y W. Ritter (Eds.), *Tutorials in ERP research: Endogenous components*. North Holland Publishing, Amsterdam, pp: 329 - 344. 1983.

Curran, T., Tucker, D., Kutas, M. and Posner, M.I. Topography of the N400: brain electrical activity reflecting semantic expectancy. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 88, 188 - 209. 1993.

DiLollo, V., Hanson, D., and McIntyre, J. Initial stages of visual information processing in dyslexia. *Journal of Experimental Psychology: Human perception and performance* 9, 923 - 935. 1983.

Donchin, E., Karis, D., Bashore, T.R., Coles, M.G.H. y Gratton, G. Cognitive psychophysiology and human information processing. In M.G.H. Coles, E. Donchin and S.W. Porges (Eds.), *Psychophysiology: Systems, Processes and applications*. Guilford Press, New York, pp: 244 - 267. 1986.

Ehri, L. & Wilce, L. Development of word identification speed in skilled and less-skilled beginning readers. *Journal of Educational Psychology*, 75, 3 - 18. 1983.

Fernández, T., Fernández-Bouzas, A., Harmony, T., Rodríguez, M., Silva, J., Bernal, J., Reyes, A., Marosi, E., Yáñez, G. y Guerrero, V. Relación entre la tomografía computarizada (TAC) y algunos parámetros espectrales del EEG en niños con deficiencias en la lectura. *Archivos de la Clínica Neurológica*, 4: 4 - 11. 1995.

Fletcher, J. Eye-movement rhythmicity and reading comprehension. *Journal of Learning Disabilities*, 26 (10) 683 - 688 1993.

Fodor, J. Modularity of mind. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology Press 1983.

Friedman, D., Sutton, S., Putnam, L., Brown, C. & Erlenmeyer-Kimling, L. ERP components in picture-matching in children and adults. *Psychophysiology*, 25, 570 - 590 1988.

Friedman, D. Cognitive Event-related potential components during continuous recognition memory for pictures. *Psychophysiology*, 27 (2) 136 - 148 1990.

Galaburda, A., Sherman, G., Rosen, G., Aboitiz, F. and Geschwind, N. Developmental dyslexia: four consecutive patients with cortical anomalies. *Annals of Neurology*, 18, 222-233. 1985.

Galaburda, A. and Livingstone, M. Evidence of magnocellular defect in developmental dyslexia. En P. Tallal, A. Galaburda, R. Llinas y C. von Euler. Temporal information processing in the nervous system. *Annals of the New York Academy of Science*, vol. 682, 14. 1993.

Galán, L., Biscay, R., Neira, L., Perez, M.C., Rodriguez, R., Bobes, M., Martín, V. Statistical analysis of evoked potential data by means of nonparametric methods. Fourth International Symposium of the ISBET 1993. Abstracts. p.46. 1993.

Galán, L., Biscay, R., Rodríguez, J., Pérez, M., Rodríguez, R. Testing topographical shape differences between Event-Related potentials by using nonparametric combinations of permutation test. (Enviado para publicación) 1995.

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

Harmony, T., Marosi, E., Becker, J., Rodríguez, M., Reyes, A., Fernández, T., Silva, J., Bernal, J. Longitudinal quantitative EEG study of children with different performances on a reading-writing test. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*. 1995 (in press).

Harter, M.R., Diering, S and Wood, F.. I. Separate brain potential characteristics in children with reading disability and attentional deficit disorder: Relevance-independent effects. *Brain and Cognition*, 7, 54 - 86. 1988a.



Harter, M.R., Anillo-Vento, L., Schroeder, M. II. Separate brain potential characteristics in children with reading disability and attentional deficit disorder: Color and letter relevance. *Brain and Cognition*, 7, 115 - 140. 1988b

Hillyard, S.A. and Kutas, M. Electrophysiology of cognitive processing. *Annual Review of Psychology*, 34, 33 - 61. 1983

Hillyard S.A. and Picton T.W. Electrophysiology of human cognition. In *Handbook of Physiology*. Ed. American Physiological Society. pp. 519-572. 1987.

Holcomb, P.J. Automatic and attentional processing: An event-related brain potential analysis of semantic priming. *Brain and Language*, 35, 66 - 85. 1988.

Holcomb, P.J. Semantic priming and stimulus degradation: Implications for the role of N400 in language processing. *Psychophysiology*, 30, 47 - 61. 1993

Holcomb P.J., Ackerman P.T. and Dykman R.A. Cognitive event related brain potentials in children with attention and reading deficits. *Psychophysiology*, 22, 656-667. 1985.

Holcomb P.J., Ackerman P.T. and Dykman R.A. Auditory event-related brain potentials in attention and reading disabled boys. *International Journal of Psychophysiology*, 3, 262-273. 1986.

Holcomb, P.J. and Neville, H.J. Auditory and visual semantic priming in lexical decision: A comparison using event-related brain potentials. *Language and Cognitive Processes*, 5, 281 - 312. 1990.

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

Hynd, G., Semrud-Clikeman, M., Lyytinen, H. Brain imaging in learning disabilities. In *Neuropsychological foundations of learning disabilities*. Obrzut, J., Hynd, G (Eds.). San Diego. Academic Press. pp: 475 - 511. 1991

Hynd, G., Hall, J., Novey, E., Eliopoulos, D., Black, K., González, J., Edmonds, J., Riccio, C., Cohen, M. Dyslexia and corpus callosum morphology. *Archives of Neurology* 52, 32-38. 1995.

Jenning, J. R., Cohen, M. J., Ruchkin, D. S., Fridlund, A. J. (1987). Editorial Policy on Analyses of Variance with repeated measures, *Psychophysiology*, Vol. 24, 4, 474-478.

Johnson Jr R. Developmental evidence for modality-dependent P300 generators: A Normative study. *Psychophysiology*, 26, 651 - 667. 1989.

Johnstone, J., Galin, D., Fein, G., Yingling, C., Herron, J. and Marcus, M. Regional brain activity in dyslexic and control children during reading tasks: Visual probe event-related potentials. *Brain and Language*, 21, 233 - 254. 1984.

Karnisky, W., Vanderploeg, R. and Lease, L. Virtual N400 and slow wave topography to auditory sentence incongruence. *Brain and Language*, 44, 58 - 70. 1993.

Karnisky, W., Blair, R.C. and Snider, A.D. An exact statistical method for comparing topographic maps, with any number of subjects and electrodes. *Brain Topography*, 6 (3), 203 - 210. 1994.

Kinsbourne, M., Rufo, D., Gamzu, E., Palmer, R., Berliner, A. Neuropsychological deficits in adults with dyslexia. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 33: 763 - 775. 1991.

Kintsch, W. The use of knowledge in discourse processing: A construction-integration model. *Psychological Review*, 95, 163 - 182. 1988.

Kok, A. and Rooijackers, J. Comparison of event-related potentials of young children and adults in a visual recognition and word reading task. *Psychophysiology*, 22 (1): 11 - 23. 1985.

Kutas, M. and Hillyard, S. Reading between the lines: Event-related potentials during natural sentence processing. *Brain and Language*, 11, 354 - 373. 1980a.

Kutas, M. and Hillyard, S. Reading senseless sentences. Brain potentials reflect semantic incongruity. *Science*, 207, 203-205. 1980b.

Kutas, M. and Hillyard, S. The lateral distribution of event-related potentials during sentence processing. *Neuropsychologia*, 20 (5): 579-590. 1982.

Kutas, M. and Hillyard, S. Brain potentials during reading reflect word expectancy and semantic association. *Nature* 307, 161-163. 1984.

Kutas, M. and Van Petten, C. Event-related brain potentials studies of language. In P. Ackles, J. Jennings and M. Coles (eds.), *Advances in Psychophysiology*, pp. 131-167, Greenwich: JAI. 1988.

Kutas, M., Hillyard, S. A. and Gazzaniga, M.S. Processing of semantic anomaly by right and left hemispheres. *Brain*, 111, 553 - 576. 1988.

LaBerge, D. y Samuels, J. Toward a theory of automatic information processing in reading. *Cognitive Psychology*, 6, 293 - 323. 1974.

Livingstone, M., Rose, G., Drislane, F. and Galaburda, A. Physiological and anatomical evidence for a magnocellular defect in developmental dyslexia. *Proceedures of the National Academy of Sciences U.S.*, 88, 7943 - 7947. 1991.

Lovegrove, W., Gazia, R., Nicholson, S. Evidence for a transient system deficit in specific reading disability. *Journal of the American Optometry Association*, 61, 134 - 146. 1990.

Lovett, M.W. A developmental approach to reading disability: Accuracy and speed criteria of normal and deficient reading skill. *Child Development*, 58, 234 - 260. 1987.

Lovrich, D. & Stamm, J. Event-related potentials and behavioral correlates of attention in reading retardation. *Journal of Clinical Neuropsychology*, 5, 13- 37. 1983.

Lyon, R. Subgroups of learning disabled readers: Clinical and empirical identification. In: H.R. Myklebust (Ed.) *Progress in learning disabilities*, vol. 5. New York, Grune and Straton. 1982.

Mattis, S., French, J.H. and Rapin, T. Dyslexia in children and adults: Three independent neuropsychological syndromes. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 17, 150 - 163. 1975.

McCarthy, G. and Wood, C.C. Scalp distributions of event-related potentials: an ambiguity associated with analysis of variance models. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 62, 203 - 208. 1985.

Meyer, B., Brandt, D. & Bluth, G. Use of top-level structure in text: Key for reading comprehension of ninth-grade students. *Reading Research Quarterly*, 16, 72 - 103. 1980.

Mitchell, D.C. Lectura y análisis sintáctico. En "Lecturas de Psicolingüística: I.- Comprensión y producción del lenguaje". (Valle., F., Cuetos, F., Igoa, J. y del Viso, S. (Comps.). Alianza Editorial. Madrid. 1990.

Moscovitch, M., and Winocur, G. The neuropsychology of memory and aging. In F.I. Craik and T.A. Salthouse (Eds.). *The Handbook of aging and cognition*, Erlbaum, Hillsdale, NJ. 1992.

Neville, H.J., Kutas, M., Chesney, G. and Schmidt, A. Event-related potentials during the initial processing and recognition memory of congruous and incongruous words. *Journal of Memory and Language*, 25, 75 - 92. 1986.

Neville, H.J., Pratarelli, M.E. and Forster, K. Distinct neural systems for lexical and episodic representations of words. *Society for Neuroscience Abstracts*, 15, 246. 1989.

Neville, H.J., Nicol, J., Barss, A., Forster, K. and Garret, M. Syntactically based sentence processing classes: Evidence from event-related potentials. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 3, 155 - 170. 1991.

Neville, H.J., Coffey, S.A., Holcomb, P.J. and Tallal, P. The Neurobiology of sensory and language processing in language-impaired children. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 5, 235 - 253. 1993.

Ollo, C. & Squires, N. Event-related potentials in learning disabilities. In R.Q. Cracco & I. Bodis-Wollner (Eds.) *Evoked potentials* (vol 3), pp. 497 - 512. New York: Alan R. Liss Inc. 1986.

Osterhout, L. and Holcomb, P.J. Event-related brain potentials elicited by syntactic anomaly. *Journal of Memory and Language*, 31, 785 - 806. 1992.

Ostrosky, F., Navarro, M.E., Canseco, E., Perez, R. and Zarate, A. La lectura y los perfiles cognoscitivos de una poblacion escolar mexicana. *Revista Mexicana de Psicologia*, 1: 53. 1984.

Pauli, P., Lutzenberger, W., Rau, H., Birbaumer, N., Rickard, T., Yaroush, R., Bourne Jr., L. Brain potentials during mental arithmetic: effects of extensive practice and problem difficulty. *Cognitive Brain Research* 2, 21 - 29. 1994.

Pérez Abalo, M., Rodríguez, R., Bobes, M.A., Gutierrez, J. and Valdés-Sosa, M. Brain potentials and the availability of semantic and phonological codes over time. *NeuroReport*, 5, 2173 - 2177. 1994.

Perfetti, C.A. and Hagboam, T.W. The relationship between single word decoding and reading comprehension skill. *Journal of Educational Psychology*, 67, 461 - 469. 1975.

Perfetti, C.A., Finger, E. and Hagboam, T.W. Sources of vocalization latency differences between skilled and less skilled young readers. *Journal of Educational Psychology*, 70, 730 - 739. 1978.

Perfetti, C.A. and Roth, S.F. Some of the interactive processes in reading and their role in reading skill. In A.M. Lesgold and C.A. Perfetti (eds.) *Interactive processes in reading*. Hillsdale, NJ: Erlbaum. 1981.

Pesarin, F. A resampling procedure for nonparametric combination of several dependent tests. *Journal of the Italian Statistical Society* 1, 87 - 101. 1992.

Petrauskas, R. and Rourke, B. Identification of subgroups of retarded readers: A neuropsychological multivariate approach. *Journal of Clinical Neuropsychology*, 1, 17 - 37. 1979.

Picton, T. and Stuss, W. Event-related potentials in the study of speech and language: a critical review. In D. Caplan, A.R. Lecuors, A. Smith (eds), *Biological Perspectives on Language*. pp. 303-360. Cambridge: MIT Press. 1984.

Posner, M.I. Seeing the mind. *Science*, 262: 673-674. 1993.

Rayner, K. and Pollatsek, A. *The Psychology of Reading*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ. 1989.

Regiosa, V., Perez, M.C., Manzano, M. and Antelo, M. Sistema automatizado para explorar la lectura en escolares de habla hispana. *Revista Latina de Pensamiento y Lenguaje*, 2, 141 - 160. 1994.

Rösler, F., Pütz, P., Friederici, A. and Hahne, A. Event-related brain potentials encountering semantic and syntactic constraint violations. *Journal of Cognitive Neuroscience* 5, 345 - 362. 1993.

Rourke, B.P. Reading retardation in children: Developmental lag or deficit?. In R.M. Knights and D.J. Bakker (Eds.), *Neuropsychology of learning disorders: Theoretical approaches*. Baltimore, MD. University Park Press, pp. 125 - 137. 1976.

Rugg, M. and Doyle, M. Event-related potentials and recognition memory for low and high frequency words. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 4, 69 -79. 1992.

Rutter, M. Prevalence and types of dyslexia. In A. L. Benton and D. Pearl (Eds.) *Dyslexia: an appraisal of current knowledge*. Oxford University Press, New York. 1978.

Samuels, S., LaBerge, D. and Bremer, D. Units of word recognition: Evidence for developmental changes. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 17, 715 - 720. 1978.

Schadler, M. and Thissen, D.M. The development of automatic word recognition and reading skill. *Memory and Cognition*, 9, 132 - 141. 1981.

Schwantes, F.M. Locus of the context effect in children's word recognition. *Child Development*. 52, 895 - 903. 1981.

Schwantes, F.M. Text readability level and the developmental differences in context effects. *Journal of Reading Behavior* 14, 5 -12. 1982.

Schwantes, F.M. Expectancy, integration and interactional processes. Age differences in the nature of words affected by sentence context. *Journal of Experimental Child Psychology* 39, 212 - 229. 1985.

Shaywitz, S., Escobar, M., Shaywitz, B., Fletcher, J., Makuch, R. Evidence that dyslexia may represent the lower tail of a normal distribution of reading ability. *New England Journal of Medicine*, 326, 145 - 150. 1992.

Silva, J., Harmony, T., Bernal, J., Fernández, T., Rodríguez, C. M., Reyes, A., Marosi, E., Yañez, G., Guerrero, V., Rodríguez, H. and Rodríguez, M. Comparación entre las habilidades en la lectura de dos grupos con diferente desempeño académico. *Revista Latina de Pensamiento y Lenguaje* (in press). 1994.

Spear-Swerling, L. and Sternberg, R.J. The road not taken: An integrative theoretical model for reading disability. *Journal of Learning Disabilities*, 27, 91 - 122. 1994.

Stanovich, K. Toward an interactive-compensatory model of individual differences in the development of reading fluency. *Reading Research Quarterly*, 16, 32 - 71. 1980.

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

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

Stanovich, K. Discrepancy definitions of reading disability: Has intelligence lead us astray?. *Reading Research Quarterly* 26, 7 - 29. 1991.

Stanovich, K., Nathan, R.G., West R.F. and Vala-Rossi, M. Children's word recognition in context: Spreading activation, expectancy and modularity. *Child Development*, 56, 1418 - 1428. 1985.

Stanovich, K., West, R.F. and Feeman, D.J. A longitudinal study of sentence context effects in second-grade children: Tests of an interactive-compensatory model. *Journal of Experimental Child Psychology*, 32, 185 - 190. 1981.

Stelmack, R. and Miles, J. The effect of picture priming on event-related potentials of normal and disabled readers during a word recognition memory task. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 12, 887 - 903. 1990.

Stelmack, R., Saxe, B., Noldy-Cullum, N., Campbell, K. and Armitage, R. Recognition memory for words and event-related potentials: A comparison of normal and disabled readers. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 10, 185 - 200. 1988.

Swanson, H.L. Working memory in learning disability subgroups. *Journal of Experimental Child Psychology*, 56, 87 - 114. 1993.

Tallal, P., Sainburg, R., Jernigan, T. Neuropathology of developmental dysphasia. *Reading and Writing*, 4, 65 - 79. 1991.

Tallal, P., Miller, S. and Fitch, R.S. Neurobiological basis of speech: a case for the preeminence of temporal processing. In Tallal, P.; Galaburda, A., Llinás, R. and von Euler, C. (Eds.). *Temporal information processing in the nervous system: special reference to dyslexia and dysphasia*. pp. 27 - 47. 1993.

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

Taylor, M. Maturational changes in ERPs to orthographic and phonological tasks. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 88, 494 - 507. 1993.

Torgesen, J.K. The cognitive and behavioral characteristics of children with learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 21, 587 - 589. 1988.

Valdés-Sosa, M. & Bobes, M. A. Making sense out of words and faces. ERP evidence for multiple memory systems. In E.R. John (Ed.) *Machinery of the mind*. Boston: Birkhauser. 1990.

Vasey, M.W. and Thayer, J.F. The continuing problem of false positives in repeated measures ANOVA in Psychophysiology: A multivariate solution. *Psychophysiology*, 24, 479 - 486. 1987.

Vega de, M., Carreiras, M., Gutiérrez-Calvo, M. y Alonso-Quecuty, M. *Lectura y comprensión. Una perspectiva cognitiva*. Alianza Editorial, S.A. Madrid, 1990.

Weinstein, R. and Rabinovitch, M.S. Sentence structure and retention in good and poor readers. *Journal of Educational Psychology*, 62, 25 - 30. 1971.

West, R.F. and Stanovich, K. Automatic contextual facilitation in readers of three ages. *Child Development*, 49, 717 - 727. 1978.

Wolf, M. Rapid alternate stimulus naming in the developmental dyslexias. *Brain and Language*, 27, 360 - 379. 1986.

Wolf, M., Bally, H., and Morris, H. Automaticity, retrieval processing and reading  
A longitudinal study in average and impaired readers *Child Development* 57, 988 - 1000  
1986.