

1  
2ej  
30362

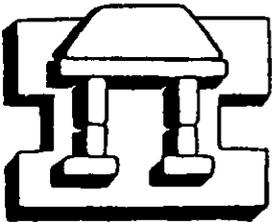
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



CAMPUS IZTACALA

“ ESTUDIO DEL DESARROLLO DE LOS  
POTENCIALES RELACIONADOS CON  
EVENTOS DURANTE LA LECTURA  
EN NIÑOS NORMALES ”

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRO EN NEUROCIENCIAS  
P R E S E N T A  
M. EN C. Y P. JUAN ALFREDO DURAND RIVERA  
ASESOR: DR. MARIO RODRIGUEZ CAMACHO



IZTACALA

MEXICO, D. F.

1998

258145



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.

**Con respeto para el Dr. Eduardo Hernández Prieto  
Subdirector Médico del Instituto Nacional de la Comunicación Humana.  
Por haberme brindado su apoyo gracias al cual pude realizar ésta  
Maestría.**

**A mi asesor el Dr. Mario Rodríguez Camacho, por haberme dado tanto tiempo y compartido sus conocimientos.  
Gracias.**

Con amor para mi Papá y para mi Mamá; porque no tengo palabras para agradecerles todo lo que han hecho por mí. Además de enseñarme a ser feliz.

Con amor para mis hermanos Martha Lorena, Germán Edgardo y Carlos Alberto, por lo que cada uno me ha dado y enseñado, todos los momentos que hemos compartido y los que seguiremos compartiendo.

Con amor para mi Ethel por todo lo que hemos compartido y que seguiremos compartiendo, por haberme acompañado en todo el camino de la Maestría, por el tiempo y los caminos que nos faltan por recorrer juntos.

A mi mejor amigo el Dr. Héctor García Nares el cual me ha enseñado con el ejemplo lo que es ser un amigo

## INDICE

Introducción	1
Modelo de comprensión de la lectura	5
Modelos de adquisición de la lectura en el niño	7
Potenciales relacionados con eventos	13
Aspectos fisiológicos de los potenciales relacionados con eventos	14
Utilidad de los potenciales relacionados con eventos	14
Lectura y potenciales relacionados con eventos	15
P150	15
N150	16
P200	16
N400	17
N400 en niños	19
Hipótesis	21
Objetivos	22
Método	23
Sujetos	23
Instrumentos	23
Historia clínica	23
Entrevista socio-económica	23
Escala de inteligencia Weschler para niños	23
Batería para los Trastornos de Lectura	24
Procedimiento de registro de los potenciales relacionados con eventos	24
Características de los estímulos	24
Técnica de registro de los potenciales relacionados con eventos	25
Procedimiento	25
Diseño experimental y análisis de los datos	27
Medidas conductuales	27
Escala de Inteligencia Weschler para niños	27
Batería para los Trastornos de la Lectura	27
Tiempos de reacción	27
Errores en la identificación de enunciados	27
Evaluación de los potenciales relacionados con eventos	27
Resultados	30
Medidas conductuales	30
Escala de Inteligencia Weschler para niños	30
Batería para los Trastornos de la Lectura	30

Tiempos de reacción	31
Errores en la identificación de enunciados	31
Medidas electrofisiológicas	33
Análisis de amplitudes	33
Efecto de la edad	33
P150	33
N150	34
P200	35
N400	36
Resultados de análisis de correlación (edad vs amplitudes)	45
P150	45
P200	45
N150	46
N400	47
Análisis de latencia	48
Efecto edad	48
P150	48
N150	48
P200	49
N400	50
Duración de N400	50
Efecto tasa de presentación	52
Análisis de amplitudes	52
Grupo 1	52
P150	52
N150	52
P200	52
N400	52
Grupo 2	52
P150	52
N150	52
P200	52
N400	53
Grupo 3	53
P150	53
N150	53
P200	53
N400	53

Efecto condición sobre la amplitud de N400	58
Grupo 1	58
Grupo 2	58
Grupo 3	58
Discusión	66
Medidas conductuales	66
Medidas electrofisiológicas	67
Efecto edad	67
Efecto tasa de presentación	69
Efecto condición	71
Conclusiones	73
Bibliografía	74

## RESUMEN

El presente trabajo se realizó para dar una aproximación electrofisiológica a la lectura, en conjunto con aspectos conductuales: Tuvo dos objetivos; el primero fue obtener el perfil electrofisiológico durante una tarea de lectura en niños de 7 a 12 años explorando cuatro procesos involucrados en la misma y relacionados con los potenciales relacionados con eventos (PRE) los cuales fueron: P150 (proceso visual temprano), N150 (atención temprana para estímulos lingüísticos), P200 (procesos de atención) y N400 (proceso lingüístico de integración del léxico). La hipótesis era que estos componentes mostrarían una disminución de amplitud y latencia con la edad. El segundo objetivo fue explorar los efectos de la tasa de presentación de palabras durante la lectura para observar el comportamiento de los PRE en cada edad. La hipótesis en este caso fue que la amplitud de los PRE aquí estudiados aumentaría con el aumento de la tasa de presentación.

Participaron 30 niños de sexo masculino, diestros y normales divididos en tres grupos de edad (n=10 en cada grupo): el grupo 1 era de 7-8 años, el grupo 2 de 9-10 años y el grupo 3 de 11-12 años. Ellos realizaron una prueba computarizada de lectura llamada Batería de Trastornos de Lectura (BTL).

Para obtener los PRE, los niños leyeron 240 enunciados con morfosintaxis directa presentados palabra a palabra en un monitor de computadora. De los 240 enunciados; 120 tuvieron una duración de un segundo por palabra y los otros una duración de 500 milisegundos por palabra. Se registraron los PRE a la última palabra de cada enunciado, esta última palabra a su vez, era semántica y gramaticalmente congruente o semánticamente incongruente pero gramaticalmente correcta. Los niños tenían que calificar cada enunciado como correcto o incorrecto, midiéndose sus aciertos y tiempos de reacción. Los componentes mencionados se compararon en los tres grupos de edad, en las dos tasas de presentación de presentación y en los dos tipos de enunciados, utilizando una prueba t multivariada no paramétrica.

Los resultados conductuales mostraron que con el aumento de la edad se tiende a cometer menos errores en la lectura, independientemente del tiempo de reacción que no tuvo un comportamiento lineal, en la BTL, la velocidad de lectura aumentó significativamente con la edad, el tiempo de ordenamiento de enunciados aumentó con la edad, pero en los errores de ordenamiento ocurrió la tendencia contraria, lo que puede indicar que los niños mayores tienen una mejor comprensión de la lectura aunque se tomen más tiempo.

En lo referente a los PRE, los componentes P150 y P200 mostraron una disminución de amplitud con el aumento de edad, lo que puede interpretarse como una mayor eficiencia del proceso visual temprano (P150) y una paulatina disminución de los requerimientos de atención que demanda la lectura (P200).

En el caso de N150 y N400, se encontró cierta tendencia al aumento de la amplitud y la duración de N400 con la edad, lo que aunque contradictorio con un experimento reportado por Holcomb et al. (1992), puede reflejar una mejor integración del léxico relacionada con el mejoramiento de las habilidades en la lectura.

En lo que se refiere al efecto de la tasa de presentación, los resultados indicaron que la diferente tasa de presentación de los estímulos modifica los PRE de la lectura en los niños; sin embargo, los cambios que se dieron en cada grupo fueron variados. El grupo 1 fue el que presentó más cambios, mostrando mayor amplitud de P150, N150 y P200 con la presentación lenta mientras que los grupos 2 y 3 se mostraron más estables; para el caso de N400 en el grupo 2 y 3 existió una relación inversa entre la amplitud de N400 y el tiempo de reacción en la tasa de presentación en que se dió el mejor desempeño.

El efecto N400 (la mayor negatividad de N400 a la respuesta incongruente comparada con la congruente) encontrado en este experimento fue débil en los tres grupos (sobre todo en el grupo 2) y hubo una relación entre mayor efecto N400 y menores tiempos de reacción.

Se concluye que la primera hipótesis se cumplió en parte ya que N400 tuvo el comportamiento contrario a lo esperado en cuanto a la amplitud; sin embargo su duración mostró un aumento con la edad que puede relacionarse a mejor desempeño en la lectura. La segunda hipótesis se cumplió en cierto grado sobre todo en los grupos 2 y 3, encontrándose una relación inversa entre la amplitud de N400 y el desempeño conductual, en la tasa de presentación en que los niños tuvieron mejores resultados.

## INTRODUCCION

Sabemos de la importancia de la lectura dentro de los aprendizajes humanos, sobre todo por el enriquecimiento que genera para aquellos que logran realizar este proceso de manera satisfactoria, pues el acceso a la información impresa es indispensable para el desarrollo individual.

El presente trabajo pretende dar una aproximación sobre la lectura, buscando algunos indicios electrofisiológicos y relacionándolos con aspectos conductuales que nos permitan comprender el fenómeno de una manera más profunda.

Existe un consenso general al considerar a la lectura como una actividad que incluye varios niveles o componentes de procesamiento, por lo que, Vega y cols. (1990) mencionan que una persona comprende cuando es capaz de extraer el significado de signos acústicos (en el lenguaje oral) o gráficos (en el lenguaje escrito); significado que en último término llegará a integrarse a sus propios conocimientos. Por otro lado, Rayner y Pollatsek (1989) afirman que leer es tener la habilidad de extraer la información visual leída en un texto y comprender su significado. Ello requiere mecanismos de decodificación que sirven para la comprensión del lenguaje escrito. Por lo que una comprensión lectora ideal supone no solo entender el significado del texto, sino también la intención del autor al escribirlo.

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*.

Un modelo proveniente de la Neuropsicología Cognoscitiva se debe a Ellis y Young (1988) quienes proponen que para el reconocimiento y la producción de palabras escritas ocurre lo siguiente (ver figura 1):

En el caso de la lectura el proceso inicia en el sistema de análisis visual (no. 5), el cual tiene tres funciones: a) identificar las letras en las palabras escritas (o pseudopalabras o secuencias de letras); b) codificar cada letra en función de su posición dentro de la palabra, y c) agrupar perceptivamente esas letras que forman parte de la misma palabra.

En general el sistema de análisis visual puede identificar varias letras simultáneamente y en paralelo (por tanto, la longitud de la palabra tiene pocas repercusiones sobre el reconocimiento de las palabras familiares). En el No. 6, se observa la función del lexicón de *entrada* visual en la lectura la cual es análoga a la del lexicón de *entrada* auditiva en la percepción del habla. Identifica las secuencias de letras a partir de las cuales forma palabras escritas conocidas y puede responder a una palabra no familiar (o pseudopalabra) declarándola como desconocida. El lexicón de *entrada* visual indica que una palabra se ha visto antes, pero si una palabra ha de comprenderse debe activar su representación semántica en el sistema semántico y si ha de ser pronunciada correctamente debe activar su forma hablada en el lexicón de *salida* de habla.

En el No. 7 encontramos el nexo entre el lexicón de entrada visual y el sistema semántico el cual permite a las palabras escritas reconocidas como familiares, acceder a sus significados en el sistema semántico (no. 4).

En el No. 8 la función del lexicón de salida de habla es que, la forma hablada de una palabra esté disponible para el hablante en la producción hablada, esto ocurrirá en respuesta a una activación desde el sistema semántico; en la lectura puede suceder a través de una combinación de la entrada procedente del sistema semántico y de las conexiones más directas del lexicón de entrada visual.

En el no.9 encontramos el nivel fonémico en el cual están representados los sonidos individuales distintos del habla. Estos sonidos podrían estar codificados en función de su posición, como se supone que lo están las letras en el sistema de análisis visual. El nivel fonémico recibe entradas de tres fuentes distintas. La primera es el sistema de análisis auditivo. Este sistema proporciona un mecanismo para la repetición auditivo-vocal tanto de las palabras familiares como de las no familiares (véase 11). La segunda entrada procede del lexicón de salida de habla: los fonemas pueden ser activados en el curso de la producción hablada espontánea, de la lectura en voz alta, de la repetición semánticamente mediada o de la denominación de objetos, etc. En tercer lugar, el nivel fonémico puede ser activado mediante la conversión grafema-fonema cuando las palabras no familiares o pseudopalabras son leídas en voz alta (véase 15).

El nivel fonémico guía la producción hablada a través de procesos, aún por determinar, que acaban en la articulación de los sonidos del habla. El nivel fonémico puede guiar también la elaboración "subléxica" de la forma escrita de palabras cuya ortografía no dispone de una entrada en el lexicón de salida gráfemica (véanse 16 y 17).

En el número 10 la conexión de doble sentido que une el lexicón de salida de habla con el nivel fonémico tiene por objeto representar la idea de que este lexicón y el nivel fonémico se mantienen en un estado de mutua activación interactiva. Esto significa que cuando una entrada en el lexicón de salida de habla está activando sus fonemas en el nivel fonémico, esta activación es devuelta hacia el lexicón de output de habla en forma de un feedback positivo. La función normal de esta activación interactiva es acelerar la selección de entradas en el lexicón y la activación de fonemas en el nivel fonémico.

La existencia de una conexión directa entre el sistema de análisis auditivo y el nivel fonémico proporciona un mecanismo por el cual las palabras no familiares pueden ser repetidas sin comprensión o reconocimiento.

Como una alternativa al feedback interno desde el nivel fonémico hasta el sistema de análisis acústico tratado en el punto anterior, podemos verbalizar una palabra en voz alta y controlar nuestra propia producción hablada mediante feedback externo (no. 12).

En el modelo se incorpora una ruta (no.15) desde el reconocimiento de las letras hasta la salida del habla que no depende de que las palabras sean reconocidas como familiares por el lexicón de entrada visual. Postulando una ruta subléxica distinta mediante la cual las palabras no familiares o las pseudopalabras puedan ser leídas en voz alta a través de un proceso de segmentación de la

palabra en letras o grupos de letras y traducir estas unidades visuales en las correspondientes secuencias fonémicas. Esta ruta sería relativamente poco usada por los lectores adultos competentes, pero sería muy usada por los niños.

La función del lexicón de salida grafémica (no.16), es almacenar las formas ortográficas de las palabras familiares y hacer que estén disponibles en el proceso de escritura. Las palabras pueden recuperarse desde el lexicón de salida grafémica en respuesta a entradas procedentes de fuentes distintas: El sistema semántico y el lexicón de salida de habla.

Los sujetos con un dominio adecuado de la escritura pueden elaborar ortografías verosímiles para palabras no familiares o pseudopalabras. Esta habilidad se explica en el modelo en términos de un sistema de conversión fonema-grafema.

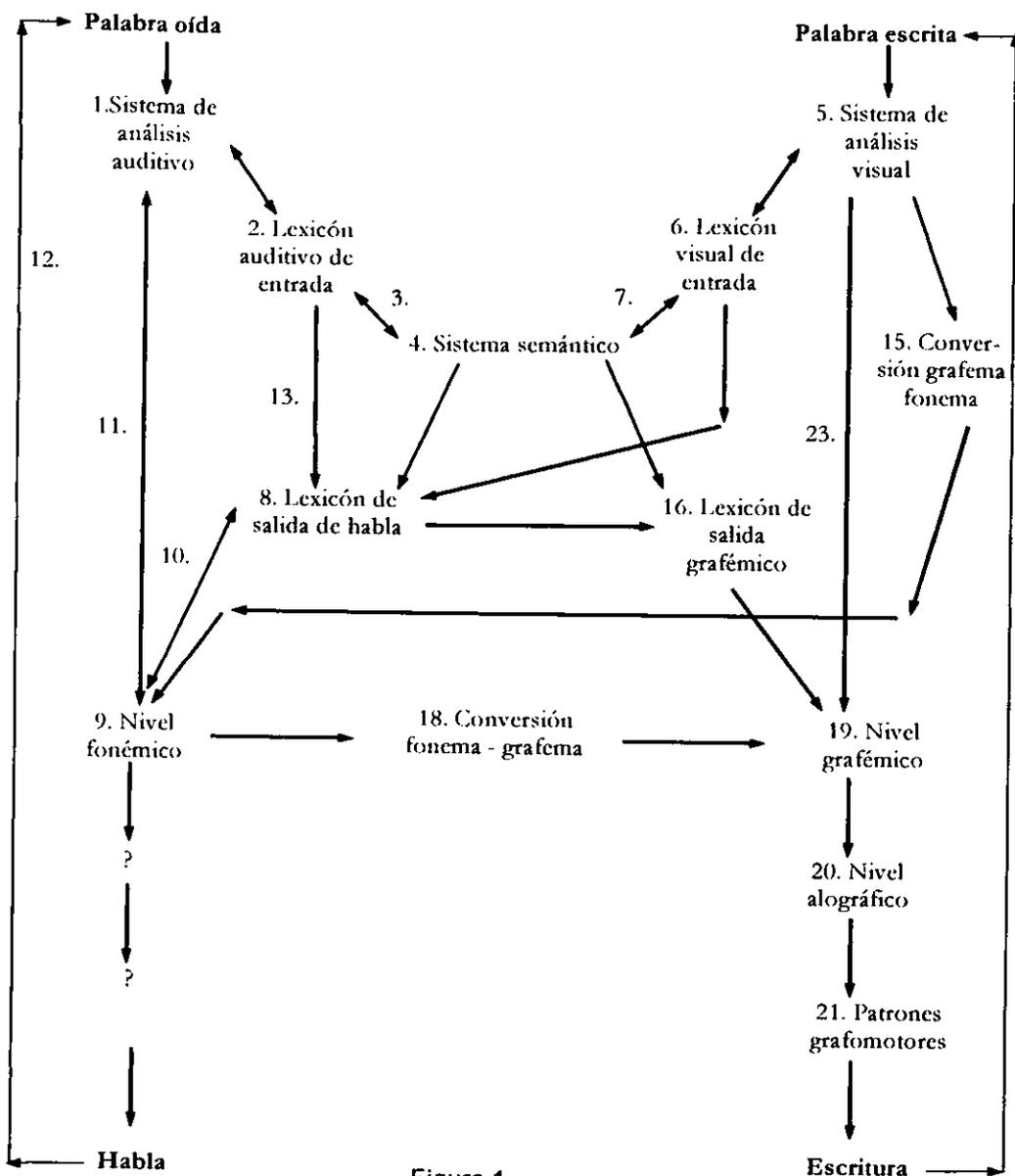


Figura 1

Fig. A Modelo compuesto para el reconocimiento y la producción de palabras habladas y escritas (Ellis y Young 1988).

## Modelo de comprensión de la lectura.

En los modelos interactivos de la lectura, se asume 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. 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 y de abajo hacia arriba, ya que por ejemplo las palabras reales se leen más rápido que las pseudopalabras, lo que sugiere que el procesador lexical pasa información al procesador fonológico.

Brown y Hagoort (1993) y Holcomb (1993) proponen un modelo de comprensión de la lectura interactivo que se inicia con el proceso de extracción de rasgos de una palabra escrita, reconociendo rasgos visuales elementales a partir de los cuales 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 palabra del léxico, a medida que está disponible mayor evidencia para esa palabra en particular. Los "detectores" para otras palabras recibirán activación en forma proporcional a su similitud con la palabra en cuestión. En algún punto, una palabra del léxico llegará a estar activada al grado de que pueda decirse que fue reconocida. Esto puede ocurrir cuando el "detector" para esa palabra sobrepase un umbral predeterminado o cuando disminuya la actividad de otras palabras competidoras, dejando solamente una palabra activada (modelo de logogens de Morton, 1990).

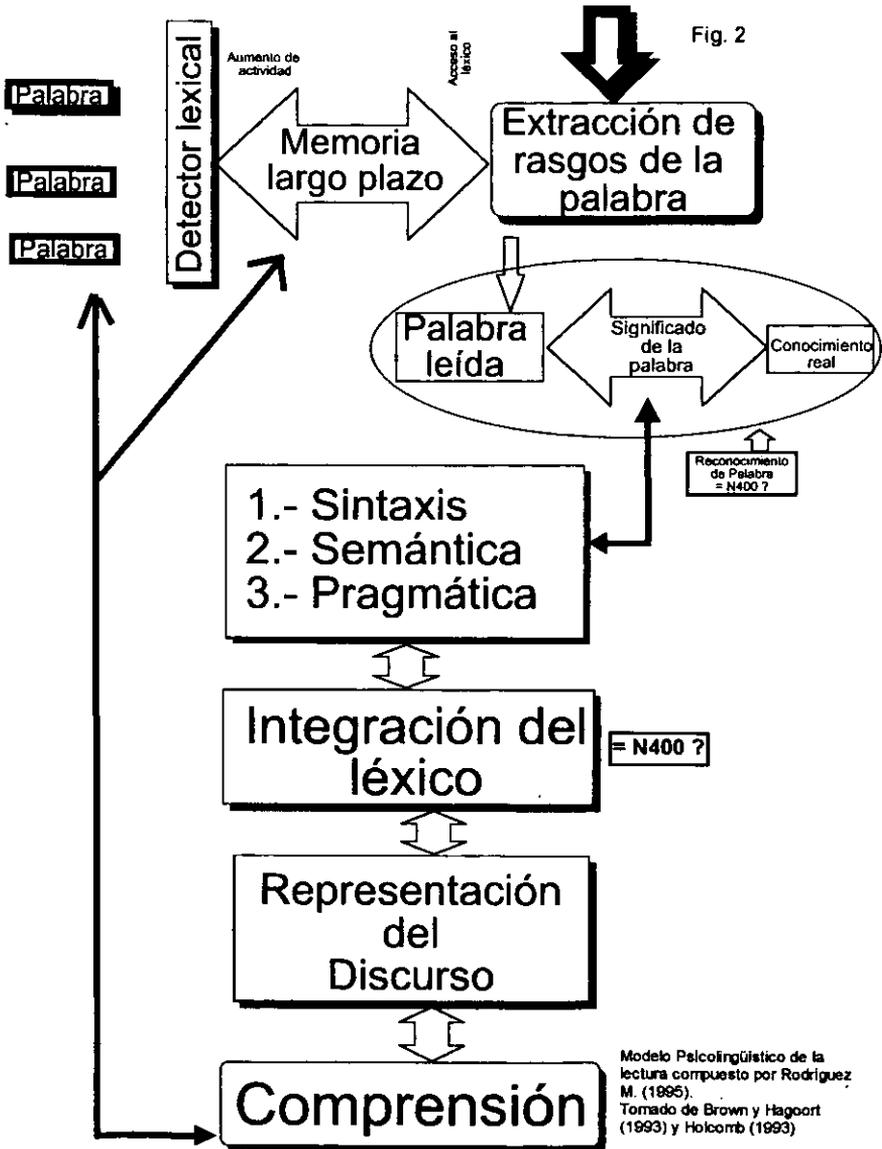
El acceso al léxico implica establecer un vínculo entre la palabra leída y el conocimiento léxico, en este proceso se reconoce el *significado de la palabra*. Estos procesos pueden ser afectados por cualquier operación que cambie, ya sea la tasa de activación o el nivel del umbral de reconocimiento. Por ejemplo, la *facilitación semántica* o "*semantic priming*", resulta al menos en parte, de la diseminación de la activación de una palabra del léxico recientemente accesado (así, al haber accesado a la palabra "gato", se facilita al "detector" de la palabra, "perro" acercándolo a su umbral de reconocimiento). En este efecto de facilitación dada por el contexto se asume implícitamente que el *lexicón está organizado semánticamente*.

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 estos procesos involucra al análisis estructural o sintáctico del enunciado 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 postlexical 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 al léxico da lugar a lo que se llama la *representación del discurso o los modelos mentales del lenguaje*. La comprensión de la lectura se obtiene de la representación del discurso (figura 2).



Modelo Psicolingüístico de la lectura compuesto por Rodríguez M. (1995). Tomado de Brown y Hagoort (1993) y Holcomb (1993).

## Modelos de adquisición de la lectura en el niño.

El aprendizaje del lenguaje escrito es un logro importante en el desarrollo infantil. Para lograrlo, las palabras son asociadas de manera abstracta entre objeto y fonología y deben a su vez ser simbolizadas; es decir, debe haber una asociación entre la palabra hablada y la palabra escrita, lo cual supone un alto grado de abstracción.

De acuerdo con Azcoaga y cols. (1983) se deben distinguir dos niveles ontogénicos del desarrollo de estas habilidades. El primero es un nivel "automático" y el segundo es el nivel "comprensivo".

En el nivel "automático" de aprendizaje de la lectoescritura se observa una facilitación de los componentes gráficos y ortográficos. En la práctica de la lectura oral el niño logra la identificación del grafema leído, gracias a la conciencia que hay con el correspondiente fonema que forma parte de su acervo lingüístico. La facilitación se advierte en el "descubrimiento" que el niño hace de la coincidencia. También sucede esto en la lectura silente y el reconocimiento del fonema-grafema se ve facilitado por la evocación del correspondiente fonema. Esta facilitación se muestra al evocar el estímulo sonoro y aprender su elaboración gráfica. En la lectura el grafema se identifica por la asociación con el fonema correspondiente en la memoria lingüística.

Las etapas que comprende el nivel *automático* serían:

1. Deletreo
2. Silabeo
3. Silabeo con reintegración
4. Silabeo internalizado y lectura con ritmo lento
5. Fluidez pero disprosódica.
6. Fluidez y prosodia

Según estos autores, dentro del nivel "automático" existen también etapas correspondientes a aspectos semántico-sintácticos que ocurren concomitantemente con los aspectos fonémico-grafémicos ya mencionados. Tales etapas serían:

1. Decodificación de la palabra.
2. Discriminación primaria de los significados de las palabras.
3. Captación de los sentidos de los significados
4. Captación del significado de la forma expresiva, evidente en la prosodia

El segundo nivel es "*comprensivo*", donde la semántica del lenguaje se consigue por la agilización y automatización de los procesos cerebrales involucrados en la codificación-decodificación, que sustituyen progresivamente a las estrategias de facilitación fonética.

El grado de comprensión a su vez, puede ser advertido en los niños por dos manifestaciones que se dan conjunta y sucesivamente.

1. Mediante la ejecución de actos, es decir, la translación de lo comprendido a la práctica, y
2. Mediante la exploración verbal, lo que implica la capacidad de formalizar lo comprendido en el pensamiento y en el lenguaje externo.

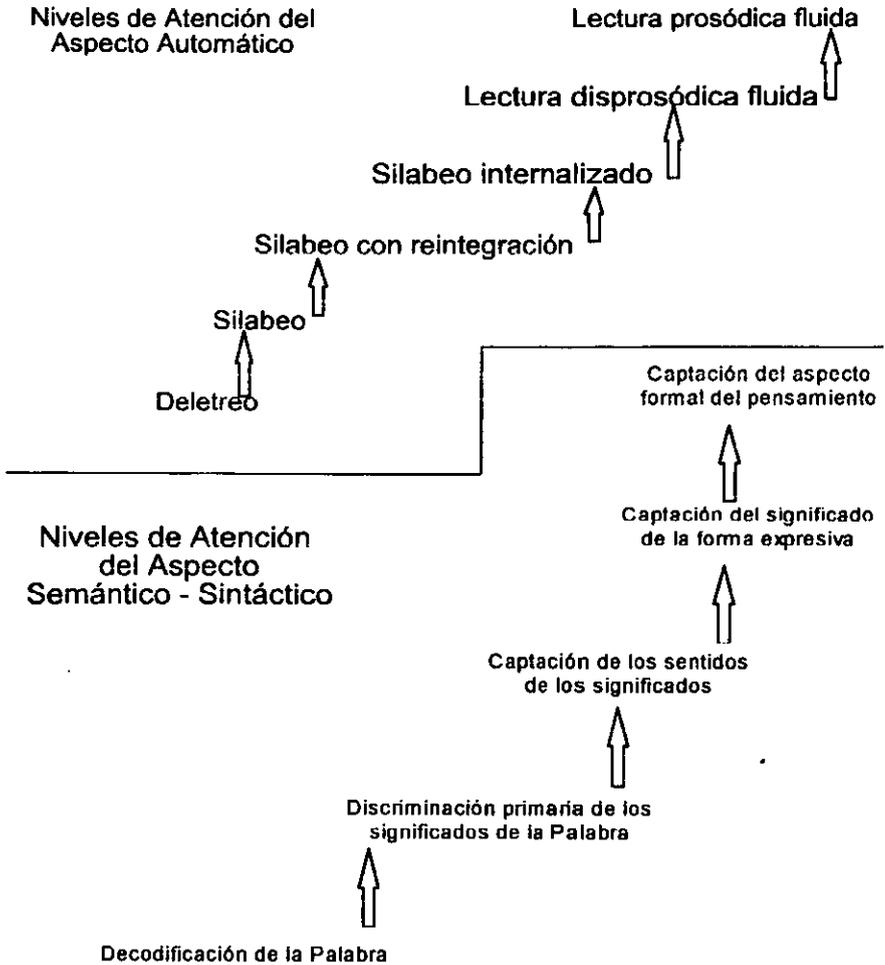
De lo anterior surge que los pasos de adquisición de la lectura en el niño serían los siguientes.

1. Decodificación de la palabra. Mientras el niño se halla en el nivel de lectura automática de polisílabas su atención va siendo atraída por la decodificación de la palabra. Como aún reconoce dificultosamente los grafemas ello es un obstáculo para la comprensión. La dificultad se suele resolver mediante la reintegración.
2. Discriminación primera del significado de las palabras. Este nivel coincide con la lectura de un conjunto de polisílabas que los niños se apresuran a sintetizar. Este esfuerzo suele afectar la pronunciación ya que no alcanzan a diferenciar todos los componentes de la palabra. Por lo que estos errores bloquean la comprensión del enunciado.
3. Captación del sentido de los significados. Ya en el nivel de lectura fluida la captación de los significados es un proceso crecientemente acelerado. Las dificultades dependen ahora del respeto a los signos de puntuación, la prosodia y al enlace de aspectos cada vez más complejos de la comprensión.
4. Captación del significado de la forma expresiva, evidente en la prosodia. El aspecto señalado en el nivel anterior da paso a una prosodia correcta, a la vez ajustada a la fluidez y a la capacidad para captar directamente el sentido de lo leído.
5. Captación del aspecto formal del pensamiento. La lectura permite diferenciar las formas lógicas implicadas en el contenido y por lo tanto da lugar a las formas y relaciones más abstractas y de la mayor complejidad (figura 3).

Fig. 3

## NIVELES ONTOGENETICOS DE ADQUISICION DE LA LECTURA

(Azcoaga y cols. 1985)



Por otro lado Spear-Swerling y Sternberg (1994) describen un modelo que integra los procesos que consideran que deben seguir los niños para obtener una adecuada comprensión de la lectura. Es un modelo teórico que intenta explicar la ruta normal de adquisición de la lectura y los trastornos de la misma como consecuencia de una desviación de la ruta normal de adquisición (figura 4). En éste modelo encontramos que el proceso de reconocimiento de palabra es básico y que éste está íntimamente ligado al proceso fonológico.

La adquisición de la lectura es un proceso de desarrollo en el cual la naturaleza de la lectura cambia conforme va dándose ese proceso evolutivo. Los cambios entre cada fase del proceso son graduales más que abruptos y sin tener la habilidades del primer estadio no se desarrollan las del siguiente.

El primer estadio de este modelo se conoce como **reconocimiento visual de la palabra**. En este nivel, los niños, tienden a confiarse en alguna clave visual, no se reconoce el significado de la palabra y ni siquiera las letras de la palabra, únicamente se reconoce una estructura que muchas veces está acompañada de un dibujo o de algún color. Este fenómeno se da en los niños de jardín de niños o preescolar.

El segundo nivel, conocido como **reconocimiento fonético de la palabra**, se describe como la fase en la cual el lector comienza a usar claves fonéticas para el reconocimiento de palabra, pero el empleo de éstas claves no es completo, y frecuentemente (no siempre) incluye solo la primera letra de la palabra. En este momento los niños no son capaces de decodificar plenamente la palabra y por ello tienen que apoyarse mucho en el contexto para darle sentido y poder reconocer la palabra dada.

Para que este nivel se dé los niños deben desarrollar varios aspectos como son: 1.- Deben tener por lo menos un nivel básico de conciencia fonológica (conciencia de los fonemas que fluyen en la lengua que los rodea); en cualquier palabra el niño debe por lo menos reconocer que, por ejemplo, en la palabra foto, esta comienza con el fonema /f/ y termina con el fonema /o/. También puede ser que en este nivel los niños tengan conciencia de otros aspectos fonológicos como son las rimas. Incluso deben conocer algunas correspondencias entre sonidos y letras, y finalmente y tal vez lo más importante, el niño debe haber descubierto el principio alfabético de que las letras y los sonidos (fonemas) se corresponden de alguna manera sistemática. No quiere decir que sepa como a cada letra le corresponde cierto sonido, sino solamente que existe este fenómeno. A esto se le llama *conocimiento alfabético* y es esencial para alcanzar la fase de *reconocimiento fonético de la palabra*.

El estadio de **reconocimiento controlado y automático de las palabras** es la tercera fase lectora. Para este momento el niño ha alcanzado plenamente la habilidad de decodificar palabras. Para ello, debe haber adquirido un conocimiento ortográfico elevado. Sin embargo, aún en este momento la decodificación requiere de un esfuerzo considerable y no es sino hasta el cuarto estadio, de *reconocimiento automático de la palabra*, que los niños pueden reconocer las palabras de alta frecuencia de una manera precisa y casi sin esfuerzo. Este

reconocimiento automático es vital para iniciar la comprensión de la lectura, es decir lograr una *lectura adelantada*.

La *automatización* en el reconocimiento de las palabras marca el momento de un rápido incremento en la lectura de comprensión, puesto que los infantes pueden ahora concentrarse en el significado del texto más que en descifrar las palabras, y comienzan así a utilizar la lectura como un medio para adquirir nuevos conceptos e información.

La *automatización* se refiere al reconocimiento de las palabras con un mínimo de recursos mentales; para tal efecto, otros fenómenos se dan concomitantemente con esta automatización como son: independencia de altos procesos como son el uso de contexto y previo conocimiento que el individuo posee frente a la lectura, es decir, el niño no depende del contexto o del conocimiento previo para "*predecir*" las palabras. Se dice que esta habilidad se adquiere normalmente entre el 1º y 2º grado de primaria y continua desarrollándose hasta la adultez.

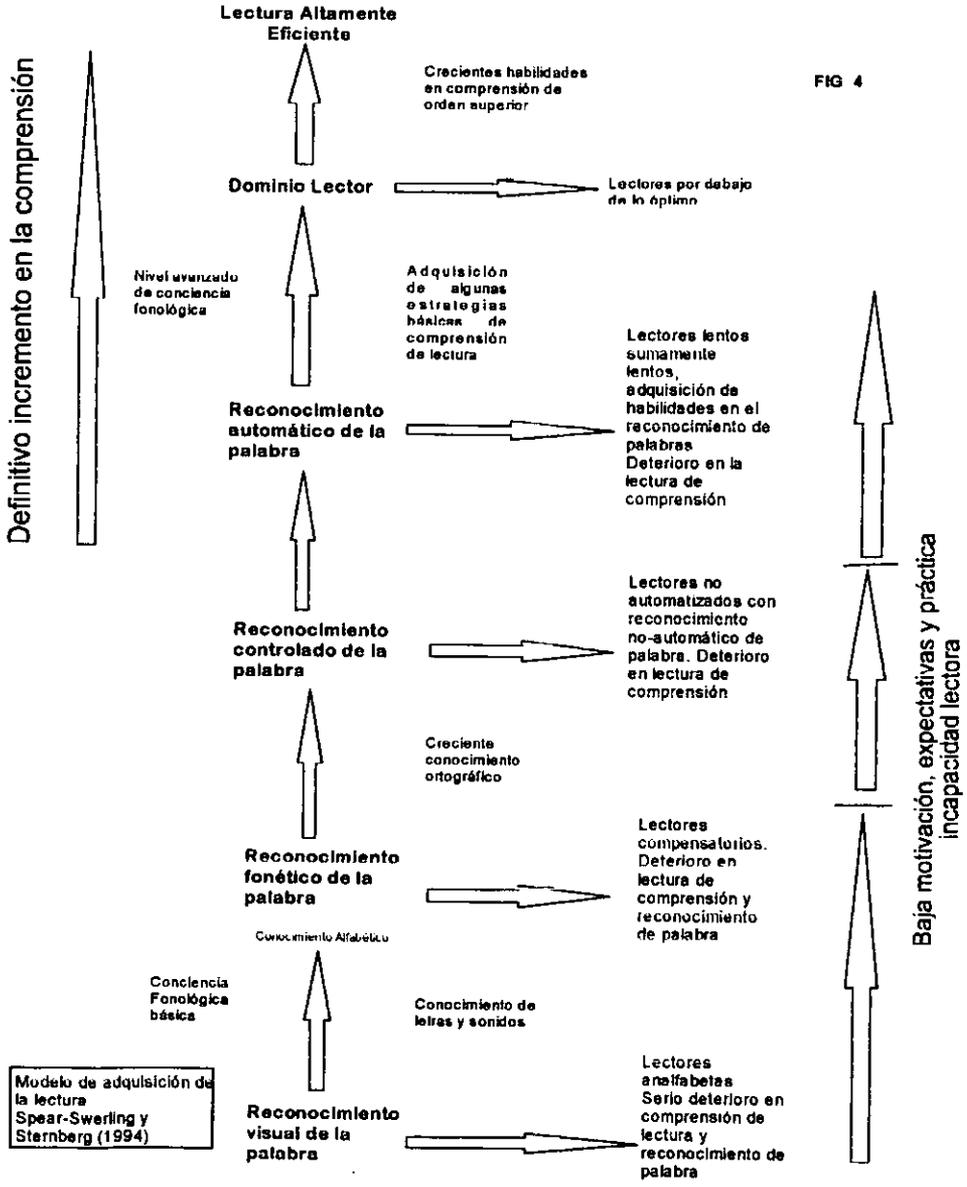
Con el desarrollo de habilidades cognoscitivas, experiencia lectora, incremento en conocimientos y habilidades automáticas de reconocimiento de palabra, los niños son más capaces de adquirir estrategias para incrementar su comprensión lectora. Se dice que este proceso se da a lo largo de toda la vida.

Niños en fase de reconocimiento automático de palabra no hacen eficiente el uso rutinario de estrategias para ayudar a la comprensión. Sin embargo, con el desarrollo de habilidades metacognoscitivas, experiencia lectora, incremento de conocimiento básico y con habilidades de reconocimiento automático de palabras, los niños se toman más capaces en la adquisición de estrategias para incrementar la comprensión, cuando los niños comienzan a hacer rutinarias estas estrategias, se encuentran en la fase de *dominio lector*.

**Lectura altamente eficiente.**- La característica primordial de la lectura altamente eficiente son las habilidades altamente desarrolladas en comprensión, las cuales dependen de las habilidades del reconocimiento automático de la palabra. Los lectores altamente eficientes son lectores perspicaces, reflexivos y analíticos. Pueden hacer asociaciones de alto nivel dentro y a través del texto y pueden integrar el conocimiento de varias fuentes. Esta habilidad en la comprensión podría pensarse que es una forma de alto nivel ("*asociaciones selectivas*" Davidson y Sternberg 1984) o alternativamente como un alto nivel de integración dentro de un esquema (Rumelhart 1975). Los lectores en fase de dominio lector carecen de estas habilidades de alto nivel en la comprensión, aún y cuando ésta puede ser perfectamente adecuada para muchos de los tipos de textos que uno maneja en la escuela. El logro de los lectores altamente eficientes es facilitado por el incremento en el conocimiento basado en el vocabulario (Stanovich 1988). Además, las habilidades de alto nivel involucradas en los lectores altamente eficientes están asociadas en parte a la inteligencia (Chall 1967, Stanovich 1986).

Claramente la lectura altamente eficiente no es un estado estático final, sino más bien una serie de habilidades en la comprensión que se continúa desarrollando a través de toda la vida. También debemos mencionar que

conforme uno avanza en el desarrollo de la lectura de un tema específico, esta se irá perfeccionando. Uno puede ser un lector altamente eficiente en algunos temas, pero en otros solamente tener un dominio lector.



## Potenciales relacionados con eventos.

Los potenciales son una manifestación de la actividad eléctrica cerebral que se registra sobre el cuero cabelludo, se visualizan como una serie de oscilaciones de voltaje (amplitud), ondas positivas o negativas que aparecen en el registro en un tiempo específico (latencia). Son producidos por estímulos que deben ser exactamente controlados y reproducidos, ya que si un estímulo se repite un número suficiente de veces y cada repetición produce la misma respuesta en una región del cerebro, es posible encontrar esa respuesta promediando la actividad eléctrica cerebral durante un periodo corto de tiempo (1-2 segundos) comenzando por el inicio del estímulo (Bogacz et al. 1985). Dichos estímulos pueden ser sensoriales (auditivos, visuales o táctiles), motores o cognoscitivos. La mayoría de los potenciales no pueden ser vistos en el electroencefalograma (*actividad eléctrica cerebral espontánea que se registra en el cuero cabelludo por medio de electrodos y se visualiza como una serie de oscilaciones de voltaje en función del tiempo*) porque tienen amplitudes muy bajas de 0.1 a 20 microvolts.

Los potenciales se pueden nombrar de acuerdo a diferentes características como son: polaridad, latencia, distribución o localización en la superficie del cuero cabelludo y función de los componentes. Para darle una nomenclatura a los potenciales, el procedimiento más común es nombrar sus crestas y valles de acuerdo a sus polaridades y latencias. La polaridad de un componente puede ser positiva (P) o negativa (N). La latencia de un componente usualmente esta dada en milisegundos (ms o mseg), el rango de latencia de un pico a través de una población de sujetos es frecuentemente usado para designar al componente.

Existe una gran variedad de potenciales por lo que se ha hecho una serie de clasificaciones. Una de ellas es clasificarlos como exógenos; los cuales son componentes tempranos de latencia más corta (menores de 60 a 80 mseg), están determinados primariamente por las características físicas del estímulo y son relativamente insensibles a cambios psicológicos del sujeto. Muchos componentes de los potenciales exógenos son tan consistentes entre sujetos que pequeñas desviaciones de su estructura normal, pueden indicar con certeza disfunción sensorial o neurológica. La nomenclatura secuencial es usada y particularmente aplicable a los componentes de los potenciales exógenos que no muestran amplios cambios en latencia como una función de la intensidad del estímulo o tasa de repetición. En contraste los potenciales llamados endógenos son componentes tardíos (de latencia larga) y son altamente sensibles a cambios psicológicos en el estado del sujeto, el significado del estímulo y/o el procesamiento de la información demandada por la tarea. Estos son los Potenciales Relacionados con Eventos (PRE) propiamente dichos; son los más útiles para la investigación de las bases fisiológicas de la actividad cognoscitiva humana. En este grupo tenemos los componentes P300, N400, Mismatch negativity, etc., los componentes endógenos varían ampliamente en latencia bajo diferentes condiciones de la tarea, y diferentes grupos de sujetos.

Idealmente cada potencial debería ser nombrado de acuerdo con el sitio de su generador dentro del cerebro y su papel funcional en la información procesada.

Desafortunadamente el origen exacto de la mayoría de los potenciales es desconocida.

Los parámetros que más comúnmente se miden en los PRE son la amplitud, latencia y distribución en el cuero cabelludo.

### **Aspectos fisiológicos de los PRE.**

Se acepta generalmente que los PRE son generados por cambios en la polarización de las membranas celulares en el sistema nervioso. Los potenciales de membrana de las neuronas son alterados durante la actividad sináptica y la generación de potenciales de acción, mientras que los potenciales transmembranales de la glia varían en función de cambios en las concentraciones iónicas extracelulares. El flujo de corriente a través de la neurona y las membranas gliales generan potenciales de campo en el fluido extracelular que pueden ser crestas o valles de un PRE registrados a distancia.

Los campos generados por un PRE en el sistema nervioso dependen del arreglo espacial de los elementos generadores. Algunos modelos de polarización de membranas celulares no generan potenciales de campo a distancia porque solo producen corrientes locales. El campo eléctrico generado de ésta manera es llamado "cerrado". En contraste un campo "abierto" es generado cuando el flujo de corriente va más allá de los límites de las células activas y sus procesos. Un tipo de campo abierto resulta de la depolarización de los cuerpos celulares en una capa de células corticales que tienen árboles dendríticos orientados hacia la superficie del córtex. Una corriente extracelular simétrica ocurre a nivel de los cuerpos celulares y una corriente superficial ocurre en las dendritas. Para que todos los procesos neuronales estén similarmente orientados, el flujo de corriente debe extenderse más allá de los límites de las capas sinápticamente activas, para producir un potencial positivo sobre la superficie del córtex y un potencial negativo bajo la superficie. La mayoría de las asambleas celulares en el sistema nervioso generan campos que tienen ambas propiedades; cerradas y abiertas.

La sincronización temporal también juega un papel importante para determinar la producción de un potencial de campo por un grupo de células activas. En algún punto del volumen conductor hay una sumación de campos generados por los elementos celulares individuales. Si los elementos son activados sincrónicamente y si producen campos de similar signo y orientación, su sumación incrementa la amplitud del registro del potencial de campo. De aquí que los PRE son generados solo si están sincrónicamente activados de una manera geométrica con respecto al disparador del evento (Hillyard y Picton 1987).

### **Utilidad de los PRE.**

Los PRE tienen la ventaja de ser una técnica no invasiva que proporciona información con gran resolución temporal, de la secuencia de eventos neurales involucrados en los procesos cognoscitivos.

Una forma de utilizar a los PRE es trabajando con el modelo de un proceso cognoscitivo específico, suponiendo en el mejor de los casos que la esencia de dicho proceso cognoscitivo sea reflejada en la medición del PRE escogido.

Por lo anteriormente expuesto los PRE, por su **alta resolución temporal** nos permiten medir algunos fenómenos lingüísticos que *-según los modelos neuropsicológicos-* existen durante el proceso de la lectura; los cuales se dan dentro de la escala de los milisegundos. Por ello utilizando ésta característica que es única de los PRE, que es proporcionar un monitoreo cada milisegundo del proceso en cuestión sin interferir con dicho proceso (Kutas y Van Peten, 1988) y teniendo en cuenta que procesos como el reconocimiento de una palabra escrita y la comprensión semántica o sintáctica del lenguaje ocurren de manera extraordinariamente rápida, los PRE resultan idóneos para emprender el estudio de dichos procesos. Obtener la cronología y organización de los procesos cerebrales por medio de los cuales las palabras son reconocidas y se entiende su significado, es el principal objetivo en las investigaciones con los PRE. Así, los datos provenientes de las investigaciones con PRE, se tratan de relacionar con teorías del lenguaje diseñadas en la lingüística, la neuropsicología o la psicolingüística.

Por otra parte el análisis de la distribución topográfica de los PRE sobre la superficie del cuero cabelludo, ha permitido hacer inferencias sobre la localización de los diferentes aspectos del procesamiento lingüístico en el cerebro; aunque para este fin, las técnicas de imagen superan en precisión anatómica a los PRE.

### **Lectura y PRE.**

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 un enunciado; estos 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 de la lectura (Rodríguez M. 1995).

Es importante evaluar los componentes tempranos (anteriores a P300) de los PRE, como son P150, N150 y P200 ya que se ha visto que estos componentes reflejan diversos eventos fisiológicos relacionados con procesos que se ven involucrados, aunque no de manera directa, en los mecanismos de la lectura.

**P150:** Los componentes P150 y P350 se han relacionado al procesamiento visual temprano, sobre todo al sistema visual transitorio que se inicia en las partes periféricas de la retina el cual es sensible a estímulos de alta frecuencia; Estos componentes se observan sólo en las regiones posteriores sin efectos de lateralización, mostrando disminución de amplitud y latencia con la edad (Neville et al., 1993; Holcomb et al. 1992). En niños con trastornos del lenguaje, la amplitud de P150 es menor comparada con niños normales, concluyendo que niños con

trastornos del lenguaje tienen fallas en el procesamiento visual primario y específicamente en el sistema visual transitorio (Lovegrove et al., 1990). Mangun et al. (1993) han propuesto que P1 que probablemente sea P150, es generada en el córtex extraestriar lateral proyectado al lóbulo temporal inferior el cual se involucra en la discriminación de objetos. Y puede reflejar un estado en el procesamiento visual que precede al completamiento del análisis perceptual, P150 parece ser verdaderamente sensible a la dirección de la atención en el espacio. Rodríguez et al. (1996) sugieren que la gran amplitud de P150 observada en lectores deficientes obedece a la falta de modulación de este componente relacionado a la dirección de la atención en el espacio.

**N150 ó N1 (N100):** Está relacionado con procesos de atención temprana para estímulos lingüísticos, se observa en regiones posteriores y está lateralizada al hemisferio izquierdo. (Neville et al. 1986; N180, Curran et al. 1993; Rodríguez et al. 1996). En niños, Licht et al. (1988) reportaron grandes amplitudes de N150 en respuesta a palabras degradadas más que a las intactas y Holcomb et al. (1992) observó que este componente decrece en amplitud con la edad, mostrando una clara asimetría izquierda mayor que derecha, no sensible a la congruencia del enunciado y su máxima amplitud se ha reportado en regiones posteriores.

**P200:** El componente P200 ha mostrado sensibilidad a procesos que involucran atención a estímulos visuales relativamente complejos y a palabras, se relaciona también con los procesos de codificación y reconocimiento de estímulos lingüísticos, ya que un grupo de niños con trastornos de la lectura tuvo mayor amplitud de P200 tanto durante la codificación como durante el reconocimiento de palabras aisladas, comparado con un grupo control (Stelmack et al., 1988). Por otro lado, Johnson (1989) observó un aumento de la amplitud de este componente cuando aumentaron las demandas de atención en una tarea (apretar tecla vs contar un estímulo) en un paradigma para P300. Holcomb et al. (1992) sugieren que es sensible a las diferencias semánticas en niños pequeños (7 años). Este componente tiene mayor amplitud en las zonas posteriores y ha mostrado lateralización hacia el hemisferio derecho, al igual que disminución de amplitud y latencia con la edad cuando los niños leyeron enunciados (Holcomb et al., 1992); cuando la tarea fue contar estímulos visuales complejos P200 se observó simétrico, con mayor amplitud en Cz (Johnson, 1989). Harter et al. (1988) con un paradigma de atención selectiva de patrones vs letras, en niños con trastornos en la lectura, observaron en estos últimos una disminución del componente P240 - probablemente P200- en C3, interpretando este hecho como una menor activación del hemisferio izquierdo para procesar estímulos lingüísticos, en los niños con trastornos de la lectura. Para Rodríguez et al. (1996), las mayores amplitudes de P200 observadas en niños con trastorno de lectura respecto a niños normales, podría significar que estos niños requieren más atención durante la lectura denotando una falta de automatización del proceso lingüístico temprano, indispensable para la comprensión eficiente.

## N400

La influencia del contexto y la expectativa en el procesamiento de palabras individuales fue estudiado con los PRE por Kutas y Hillyard (1980a) tratando de usar la P300 como un marcador de decisión semántica, y la variación de la latencia como un índice del efecto contextual sobre la velocidad de reconocimiento de la palabra y el proceso de comprensión. Para ello utilizaron enunciados que incluían finales incongruentes, esperando obtener una P300 considerable si estos enunciados estuvieran dentro de una serie de enunciados con significado correcto. Encontraron que los enunciados con terminaciones incongruentes se caracterizaron por un componente negativo con máxima amplitud centroparietal y con latencia de 400 milisegundos (N400). Por lo que se pudo ver que tanto P300 como N400 pueden ser caracterizadas como respuestas a un estímulo poco frecuente, sin embargo, N400 refleja desviaciones dentro de un sistema de símbolos, mientras P300 refleja desviaciones relativas a parámetros físicos del estímulo. N400 surge por la violación a las expectativas que se tienen del estímulo derivadas de un almacén de memoria a largo plazo como lo es el conocimiento del lenguaje (Kutas y Van Peten, 1988).

Muchos estudios han sugerido que N400 esta asociada con el procesamiento de incongruencias semánticas o palabras inesperadas en el contexto de un enunciado (Kutas y Hillyard; 1980b). Hay una relación inversa entre la amplitud de N400 y la relación semántica que guarda la palabra final de un enunciado con el contexto que esta representa (Holcomb y Neville; 1990).

Por otro lado, Fischler et al. (1983) comparando los PRE producidos por incongruencias semánticas episódicas y conocimientos personales encontraron que la N400 no refleja lo cierto o lo falso de un enunciado sino más bien la relación de asociación entre los procesos lexicales, esto quiere decir que la N400 no responde al contenido de lo que propone un enunciado, sino más bien a la fuerza de asociación entre entidades en el léxico mental, así mismo, encontraron que N400 es sensible a asociaciones o relaciones dentro de la semántica y la memoria episódica.

En 1983, Kutas y Hillyard experimentaron con anomalías semánticas y gramaticales colocadas en medio o al final de los enunciados. Las anomalías semánticas, que consistieron en palabras inapropiadas provocaron una N400 cerca de donde se encontraba la anomalía; esto está de acuerdo con la hipótesis de que la sucesión de palabras está integrada con el contexto precedente siendo esto de *momento a momento*. En contraste con las anomalías semánticas, las anomalías gramaticales que consistieron en errores en el tiempo de los verbos, no evocaron una N400.

Estos mismos autores hicieron experimentos basados en la expectativa de palabras y observaron que la amplitud de la N400 está dada por el grado de preparación que las palabras previas tiene sobre las finales; por lo que se ha propuesto que si se van leyendo fragmentos de un enunciado, esto hace que se activen las palabras semánticamente relacionadas. La amplitud de la N400 fluctúa

con la expectancia producida por el contexto del enunciado, por lo que una palabra poco esperada tendrá gran amplitud de N400 y viceversa.

La onda N400 provee una medida del grado de preparación semántica o activación de las palabras que son accesadas del lexicón interno. La amplitud de la onda N400 puede reflejar la actividad del sistema neural que se ocupa de la búsqueda del léxico, la cual podría ser más intensa o prolongada para palabras que no han sido previstas por el contexto precedente.

La distribución de la N400 en el cuero cabelludo presenta una pequeña pero significativa tendencia para amplitudes mayores sobre la región temporal del hemisferio derecho que sobre áreas homólogas del hemisferio izquierdo. Si éstas asimetrías reflejan el proceso de incongruencia semántica para el hemisferio derecho, estos hallazgos concuerdan con la evidencia clínica de pacientes con daño en el hemisferio derecho que tienen dificultades para entender el contexto narrado, en apreciar el humor e interpretar la metáfora o el lenguaje figurado (Hillyard y Picton 1987).

El componente N400 fue relacionado inicialmente al procesamiento de incongruencias semánticas (Kutas y Hillyard, 1980b) y puede ser manipulado por variables que afectan la extracción de significado en un enunciado. Estas variables pueden ser la frecuencia de la palabra, la probabilidad de que cierta palabra complete un enunciado, y la cantidad de facilitación semántica; es decir, la mayor o menor preparación semántica que un contexto le dé a una palabra final (semantic priming). La amplitud de N400 es función inversa de la cantidad de facilitación semántica que una palabra ha recibido del contexto que la antecede. Neville et al. (1991) 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) así como Chwilla et al. (1995) han relacionado la amplitud de N400 al proceso controlado de integración del léxico (ver fig. 2). De manera similar, Holcomb (1993) infiere 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 de lenguaje" para hacer que confluya información proveniente de procesos de "bajo nivel" 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).

De lo anteriormente expuesto, podemos concluir que la N400 está relacionada de manera muy importante con los procesos de incompatibilidad y anticipación semántica; es decir la N400 esta relacionada con la integración del léxico.

## ***N400 en niños.***

Holcomb et al. (1992), estudiaron sujetos de 5 a 25 años de edad con estimulación auditiva y visual usando un paradigma apropiado para producir N400, y observaron que este componente mostró los efectos de anticipación contextual en todos los grupos de edad, lo cual extiende los hallazgos descritos para los adultos hasta los infantes. Sin embargo, también se encontró una notable disminución en la amplitud y la latencia de N400 en relación con la edad, concluyendo que ello reflejaba una reducción significativa en el efecto de facilitación semántica, de modo que durante el proceso de adquisición de mejores habilidades lingüísticas, el niño depende cada vez menos del contexto semántico para la decodificación del lenguaje. Neville et al. (1993) estudiando niños con trastornos de lenguaje y de lectura, observaron que los sujetos de su muestra que pudieron leer, mostraban tendencia a presentar mayor amplitud de N400 con respecto a los controles. Por lo que concluyeron que los niños con trastornos de lenguaje dependen más del contexto, o realizan un mayor esfuerzo para "integrar las palabras en los contextos de los enunciados", mostrando mayor dependencia del contexto para el reconocimiento de palabras, comparados con los sujetos controles.

Rodríguez et al. (1996) estudiando niños hispanoparlantes clasificados como lectores normales y lectores deficientes (poor readers) encontraron que en niños lectores deficientes había una semejanza en sus respuestas a enunciados congruentes e incongruentes lo que revela un deficiente reconocimiento de incongruencias semánticas, sobre todo en el hemisferio izquierdo, mayor latencia del efecto N400, es decir un proceso de integración del léxico más lento, una topografía del efecto N400 con predominio frontal compatible con la demostrada para niños más pequeños, lo cual puede estar relacionado a un proceso de integración lexical no automatizado con lo que se confirmó su trastorno en este nivel del procesamiento. Estos hallazgos apoyan la hipótesis del retardo en la maduración de los procesos de integración temprano y lexical durante la lectura, en los niños lectores deficientes (poor readers).

Podemos decir que la N400 en los niños al igual que en los adultos, se relaciona con los procesos de anticipación semántica; sin embargo, a diferencia de los adultos, la amplitud y la latencia van disminuyendo en función de la edad; es decir, a menor edad mayor amplitud y mayor latencia. Por otro lado, si tomamos en cuenta que los resultados obtenidos en niños con problemas de lenguaje o de lectura muestran una tendencia a presentar mayor amplitud que los controles podemos inferir que muy probablemente esto se deba a una falta de maduración, por lo menos de este proceso, en los niños con trastornos del lenguaje o de la lectura.

Resumiendo la información anterior, podemos tratar de utilizar a los PRE para ver si los niños van mejorando las habilidades lectoras desde el punto de vista neurofisiológico con la edad, ya que esto no se ha hecho en niños

hispanoparlantes. Esto sería importante puesto que se ha dicho que los niños con cierto tipo de trastorno lectográfico pudieran tener algún retardo en la maduración de dichos procesos y como ya vimos que los PRE como la P150, N150, P200 y sobre todo N400 están implicados con algunos procesos de la lectura, los podríamos utilizar con este fin. Lo anterior puede hacerse tomando niños de diferentes edades y realizándoles un registro para ver como es el comportamiento del mismo con el aumento de la edad. Por otro lado, si aumenta la tasa de presentación de los estímulos podríamos forzar a los niños a utilizar estrategias empleadas por niños de menor edad al realizar la lectura y ver si efectivamente esto se ve reflejado en los PRE, lo cual podría ayudar a vislumbrar si los niños con trastornos en la lectura efectivamente tienen algún problema en la maduración desde el punto de vista electrofisiológico.

El siguiente cuadro resume los procesos involucrados en la lectura con el componente de los PRE con el que probablemente tenga relación:

<b>PROCESO</b>	<b>COMPONENTE</b>
Procesamiento visual temprano.	P150
Atención temprana para estímulos lingüísticos.	N150
Codificación y reconocimiento de estímulos lingüísticos. Atención a estímulos en general.	P200
Integración del léxico.	N400

## **Hipótesis**

En los niños normales:

- Los PRE (N150, P150, P200 y N400) disminuirán de latencia y de amplitud con el aumento de la edad.
- Con el incremento en la tasa de presentación de los estímulos, los PRE (N150, P150, P200 y N400) aumentarán en amplitud y latencia.

## Objetivos

- En éste trabajo nos proponemos estudiar electrofisiológicamente y conductualmente en niños considerados como lectores normales, algunos mecanismos involucrados en el proceso de la lectura, principalmente el mecanismo de integración del léxico (proceso de integración lexical, esto es, como se integra una palabra dentro del contexto de un enunciado).
- De forma indirecta nos proponemos estudiar también los procesos de atención y el reconocimiento visual de palabras. Se infiere que estos procesos están implicados en una tarea de lectura y los antecedentes en la literatura señalan que la información que los componentes tempranos puedan aportar es útil.
- Se estudiará también la influencia que pueden tener la edad y la tasa de presentación en los procesos arriba mencionados. Como técnica electrofisiológica se utilizarán los PRE por las ventajas que tienen en relación a que permiten medir la resolución temporal de los fenómenos que ocurren durante la lectura.
- Relacionar los resultados obtenidos en los PRE con evaluaciones conductuales como la Escala de Inteligencia Weschler (WISC-R) y la Bateria para los Trastornos de la Lectura (BTL), para obtener una medida conductual y electrofisiológica para cada niño y aumentar la utilidad de ambos tipos de pruebas.

## Método

### Sujetos

Participaron un total de 33 niños de sexo masculino diestros, en edad escolar (de 1º a 6º grado de primaria), con los cuales se formaron tres grupos:

- Grupo 1: de 7 a 8 años (10 sujetos)
- Grupo 2: de 9 a 10 años (8 sujetos)
- Grupo 3: de 11 a 12 años (7 sujetos)

(El diseño contemplaba grupos con el mismo número de sujetos, sin embargo, por causas técnicas se eliminaron 8 sujetos y la muestra quedó constituida de la forma ya mencionada).

### Instrumentos

A todos los niños se les aplicaron las siguientes pruebas:

*Historia clínica, examen clínico neurológico, audiológico y visual.* - Se investigaron datos generales, antecedentes de riesgo de daño cerebral, antecedentes patológicos, problemas neurológicos (anteriores y presentes), desarrollo psicomotor y lateralidad. Además se indagó sobre problemas escolares de cada sujeto.

Ninguno de los niños que entró al protocolo mostró antecedentes de daño cerebral, trastornos neurológicos o emocionales y todos los seleccionados tuvieron una agudeza visual y audiológica dentro de los límites normales.

*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; con lo que se obtuvo una población homogénea desde el punto de vista socioeconómico. La escolaridad de los padres osciló entre el nivel medio superior y el superior, tanto del padre como de la madre, la mayoría eran empleados tanto del sector público como privado y la minoría que trabajaba por su cuenta lo hacía en una empresa familiar. El total de las familias vivían en casa propia hecha con material propio para la vivienda y el ingreso mensual de la familia osciló entre los \$1500.00 y los \$3000.00 pesos mensuales (esta entrevista se realizó en el año de 1995).

*Escala de Inteligencia Weschler para Niños (WISC-R).*- La versión en español del WISC-R se aplicó para asegurar que todos los niños estudiados tuvieran un coeficiente intelectual normal. Los puntajes oscilaron entre 95 y 113.

*Batería para los Trastornos de Lectura (BTL).*- Esta prueba de lectura está diseñada y estandarizada para hispanoparlantes (Regiosa et al. 1994). Su aplicación tuvo la finalidad de clasificar a los niños como lectores normales y explorar en ellos diversas funciones implicadas en las tareas de lectura. Dicha batería consta de las siguientes pruebas:

1. *Lectura de palabras.*- Se presentan aleatoriamente 45 palabras regulares, 45 irregulares y 45 pseudopalabras y la tarea consiste en que el niño las lea correctamente en voz alta.
2. *Lectura de comprensión de un texto.*- El niño debe leer en silencio un párrafo y posteriormente contestar tres preguntas que tienen un nivel creciente de dificultad.
3. *Nominación de figuras.*- Esta prueba consiste en nombrar lo más rápido posible una lista de 50 figuras.
4. *Completamiento de enunciados (sintaxis).*- El niño debe efectuar un ejercicio de llenado de blancos de un enunciado con cuatro opciones, completando el enunciado con una única opción que era correcta.
5. *Ordenamiento de palabras para formar un enunciado (sintaxis).*- El niño debe construir un enunciado a partir de un conjunto de palabras que aparecen en desorden.
6. *Categorización fonológica de palabras.*- Esta prueba presenta secuencias de tríos de palabras en las que dos de ellas comienzan con un sonido semejante y el niño debe elegir la que comienza con un sonido diferente.
7. *Categorización fonológica de figuras.*- Esta prueba presenta secuencias de tríos de figuras, cuyos nombres riman en dos de ellas, por lo que el niño debe elegir la que no rima.
8. *Percepción visual de rasgos.*- Esta prueba presenta figuras durante un segundo, al desaparecer, se muestran simultáneamente en pantalla cinco figuras semejantes a la primera, por lo que el niño debe elegir la que es igual a la figura presentada.

En cada una de estas pruebas se midieron los tiempos de reacción y los errores cometidos.

### **Procedimiento de registro de los PRE**

#### *Características de los estímulos.*

Se utilizaron un total de 240 enunciados de 4 a 8 palabras, todos los enunciados fueron simples en forma y contenido; con morfosintaxis directa (sujeto, verbo y complemento), la mitad de éstos tenían una terminación semántica y gramaticalmente correcta y la otra mitad terminaban con una palabra semánticamente incorrecta, pero gramaticalmente correcta, en todos los casos está última palabra fue un sustantivo.

Su presentación fue de manera azarosa intercalando enunciados cuyos finales fueron congruentes con enunciados cuyos finales eran incongruentes; las palabras finales fueron bisílabas (de 4-5 letras) además de servir una misma palabra tanto para un enunciado congruente como para uno incongruente (ejm. "El niño se comió una torta"; "Al camión se le ponchó una torta").

Las letras presentadas fueron de color blanco sobre un fondo negro, mayúsculas y de un centímetro de altura a una distancia de un metro del lector por lo que el ángulo visual fue de  $0.573^\circ$  (Neuroscan Inc. Stim Version, 1990). Al principio de cada enunciado aparecían los signos "\*\*\*\*\*" para indicar el inicio de éste y los signos "?????" para indicar el final del mismo (Ejm. \*\*\*\*\* -" El anillo se pone en el dedo" - ??????).

### ***Técnica de registro de los PRE***

#### *Procedimiento:*

Se efectuaron dos tipos de prueba, una en la cual la presentación de las palabras tenía una duración en la pantalla de 1000 milisegundos por palabra, para un bloque de 120 enunciados, la otra prueba tuvo un tiempo de presentación de 500 milisegundos por cada palabra, para los otros 120 enunciados. El orden en que les tocaba a los niños realizar una u otra prueba fue contrabalanceado. Para ambas pruebas el intervalo interpalabra tuvo una duración de 500 milisegundos. Estos enunciados se presentaron palabra a palabra en secuencia en un monitor de computadora para que los niños por medio del "ratón" de la computadora calificaran los enunciados como "incorrecto", si el enunciado era incongruente o "correcto", si el enunciado era congruente.

El registro se llevó a cabo en un cuarto oscuro y semisilente. Antes de cada registro se familiarizó al niño con el laboratorio y con la prueba que iba a ejecutar. Se presentaron diez enunciados de práctica antes de registrar. La tarea del niño era leer en silencio cada uno de los enunciados para decidir si tenían o no sentido, lo cual hizo apretando con la mano derecha el botón derecho del ratón de la computadora si la respuesta era correcta, y con la mano izquierda el botón izquierdo si la respuesta era falsa. Asimismo, se tomaron los tiempos de reacción para cada respuesta dada. La máquina marcaba automáticamente el acierto o error del niño. Para el análisis de los PRE sólo se tomaron en cuenta los enunciados contestados correctamente.

Se hicieron registros monopolares de los PRE a la última palabra de cada enunciado 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, tomando los lóbulos auriculares cortocircuitados (A1-A2) como referencia; los electrodos utilizados fueron los convencionales de superficie. El electrooculograma se registró con electrodos de superficie bipolares colocados en la cara externa y borde superior de la órbita ocular izquierda. La impedancia de los electrodos se

mantuvo siempre por debajo de los 10 Kohms. El filtro pasa altas del EEG fue de 0.5 Hz y el pasabajas de 30 Hz. El intervalo de muestreo del EEG fue de 5 milisegundos tomándose una época total de 1280 milisegundos, con una línea pre-estímulo de 200 milisegundos.

Los segmentos del EEG fueron editados visualmente para descartar los segmentos con artefactos.

Los PRE fueron promediados individualmente para cada niño para las dos condiciones (tipos de enunciado) en cada tasa de presentación, procurando tener un número equivalente de segmentos para cada condición en las 19 derivaciones empleadas; éste número de segmentos fue de 18 a 20.

Todos los registros de los PRE se efectuaron en un equipo MEDICID 3M.

## Diseño experimental y análisis de los datos:

### Medidas conductuales:

WISC-R.- Para ver si existía diferencias intergrupales, los resultados del Coeficiente Intelectual Verbal (CIV), Coeficiente Intelectual de Ejecución (CIE) y el Coeficiente Intelectual Total (CIT) de esta batería se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA).

Batería para los trastornos de la lectura.- Para comparar a los grupos, los puntajes de las pruebas de la BTL se sometieron a un *análisis de varianza* (ANOVA).

Tiempo de reacción.- Se utilizó un modelo completo de ANOVA donde se tomaron en cuenta los siguientes factores: La tasa de presentación (lenta vs rápida), condición (condición 1= enunciado congruente vs condición 2= enunciado incongruente) y grupo (1 vs 2 vs 3). Se utilizó un ANOVA de medidas repetidas (ANOVA-MR), con la corrección de Greenhouse para valorar la significancia de los resultados.

Errores en la identificación de enunciados.- De los enunciados que leyeron los niños durante el registro de los PRE, se obtuvo el porcentaje de error para cada condición en cada niño y para analizar las diferencias se utilizó un modelo completo de ANOVA-MR con los mismos factores mencionados en el párrafo anterior, usando la corrección de Greenhouse para valorar la significancia de los resultados.

### Evaluación de los PRE.

De los PRE se evaluaron la latencia y amplitud de los siguientes componentes en las siguientes derivaciones:

<b>P150</b>	O1, O2, T5, T6
<b>N150 anterior</b>	Fp1, Fp2, F3, F4, C3, C4, F7, F8, T3, T4, Fz, Cz
<b>N150 posterior</b>	P3, P4, O1, O2, T5, T6, Pz
<b>P200 anterior</b>	Fp1, Fp2, F3, F4, C3, C4, F7, F8, T3, T4, Fz, Cz
<b>P200 posterior</b>	P3, P4, O1, O2, T5, T6, Pz
<b>N400</b>	Fp1, Fp2, F3, F4, C3, C4, F7, F8, T3, T4, T5, T6, P3, P4, O1, O2, Fz, Cz, Pz

Los Componentes tempranos N150 y P200 se dividieron en anteriores y posteriores ya que para el caso de N150 (N100) cuya máxima negatividad se encuentra entre los 100 y 200 mseg., Holcomb et. al. (1992) han reportado que

aparece entre los 150 y 250 mseg. en regiones posteriores llamándole N200 occipital. Para el caso de P200 cuyo pico de máxima positividad se encuentra entre los 200 y 300 mseg., Holcomb et. al. (1992) han reportado que en regiones posteriores aparece entre los 200 y 360 mseg., por lo que la han denominado P250 occipital. Estos autores muestran que N150 y P200 tienen características distintas en las derivaciones anteriores que en las posteriores, de aquí que en este trabajo empleemos el mismo criterio.

La amplitud se evaluó por medio de ventanas de amplitud promedio, esto es el promedio de los voltajes que se encuentran en una ventana determinada, las ventanas, para los diferentes componentes fueron las siguientes:

<b>P150</b>	90 – 150 mseg.
<b>N150 anterior</b>	100 – 150 mseg.
<b>N150 posterior</b>	150 – 220 mseg.
<b>P200 anterior</b>	200 – 260 mseg.
<b>P200 posterior</b>	240 – 330 mseg.
<b>N400</b>	330 – 480 mseg.

El efecto de edad (grupo) para cada tasa de presentación y para cada condición se evaluó por medio de la prueba no paramétrica permutacional multivariada (Galán et al. 1997). Adicionalmente se efectuó un análisis de correlación entre los tres grupos de edad y las amplitudes de los diferentes componentes estudiados.

El efecto de la condición se evaluó en cada tasa de presentación por separado con la misma prueba. Lo mismo se hizo para evaluar el efecto de condición (congruente vs incongruente).

Para las latencias se midieron los picos más positivos o negativos de cada uno de los componentes estudiados (P150, N150, P200, N400). Los intervalos de medición de picos para cada componente se muestran en el siguiente cuadro.

<b>P150</b>	90 – 150 mseg.
<b>N150 anterior</b>	100 – 150 mseg.
<b>N150 posterior</b>	150 – 220 mseg.
<b>P200 anterior</b>	200 – 260 mseg.
<b>P200 posterior</b>	240 – 330 mseg.
<b>N400</b>	330 – 480 mseg.

Las latencias se analizaron por medio de un ANOVA-MR tomando en cuenta los factores: Tasa de presentación (lenta vs rápida), condición (condición 1= enunciado congruente vs condición 2= enunciado incongruente) y grupo (1 vs 2 vs 3). Se tomó en cuenta la corrección de Greenhouse para evaluar la significancia de los resultados.

## RESULTADOS

### MEDIDAS CONDUCTUALES:

WISC.- El ANOVA mostró diferencias significativas entre los grupos para el Coeficiente Intelectual Verbal ( $F=7.50$ ;  $p<0.0035$ ), en tanto que el Coeficiente Intelectual Total mostró una tendencia a ser significativo ( $F=2.73$ ;  $p<0.08$ ), no así para el Coeficiente Intelectual de Ejecución ( $F=4.3$ ;  $p<0.65$ ). Por medio de la prueba de Tukey, se mostró que para el Coeficiente Intelectual Verbal hubo diferencias significativas entre el grupo 1 y el grupo 3. El grupo 1 mostró mayor Coeficiente Intelectual Verbal que el grupo 3.

Batería de Trastornos de Lectura.- El ANOVA mostró diferencias significativas intergrupales para la velocidad de lectura de palabras ( $F=4.36$ ;  $p<0.02$ ), tiempo para ordenamiento de enunciados ( $F=5.02$ ;  $p<0.009$ ), total de errores en el ordenamiento de enunciados ( $F=5.60$ ;  $p<0.01$ ) y errores de ordenamiento complejo ( $F=4.53$ ;  $p<0.02$ ). Observando las medias podemos ver que la velocidad de lectura es menor en el grupo 1, seguido del grupo 2, siendo el más rápido el grupo 3. El tiempo para ordenamiento fue mayor para el grupo 3, seguido del grupo 2 y el más rápido fue el grupo 1. En cuanto al total de errores de ordenamiento fue mayor para el grupo 1, seguido del grupo 2 y el que tuvo menos errores fue el grupo 3. Esta misma tendencia se observó en los errores de ordenamiento complejo. Estos datos se muestran en la tabla 1.

Tabla 1

<b>Batería de Trastornos de Lectura</b>						
	<b>Grupo 1</b>		<b>Grupo 2</b>		<b>Grupo 3</b>	
	<b>Media</b>	<b>D.S.</b>	<b>Media</b>	<b>D.S.</b>	<b>Media</b>	<b>D.S.</b>
<b>Velocidad de Lectura</b> (palabras/minuto)	58.70	17.93	65.50	30.97	93.79	25.55
<b>Tiempo para Ordenamiento</b> (milisegundos)	4617.30	4987.02	10003.50	4585.82	11709.86	4658.29
<b>Total de Errores de Ordenamiento</b> (proporción)	0.42	0.11	0.31	0.18	0.14	0.21
<b>Errores de Ordenamiento Complejo</b> (proporción)	0.53	0.18	0.41	0.26	0.19	0.24

D.S. = Desviación estándar

**Tiempos de Reacción:** El ANOVA-MR mostró efecto significativo para los factores de *Tasa de presentación* ( $F=10.42$ ;  $p < 0.004$ ) y *Condición* ( $F= 6.62$ ;  $p < 0.006$ ), así como para la interacción de ambos (*Tasa de presentación X Condición*  $F= 8.68$ ;  $p < 0.001$ ). Los tiempos de reacción fueron mayores para la tasa de presentación rápida que para la lenta, también fueron mayores para la condición 2 que para la condición 1, en las dos tasas de presentación empleadas (ver tabla 2).

Aunque el ANOVA-MR no mostró efecto significativo para grupo, observamos que el grupo 2 tuvo los menores tiempos de reacción para las dos condiciones en la tasa de presentación lenta, en tanto que los máximos tiempos en esta tasa de presentación fueron para el grupo 3 en la condición 1, y para el grupo 1 en la condición 2. Para la tasa de presentación rápida, los menores tiempos de reacción fueron para el grupo 3 en las dos condiciones, y los máximos fueron para el grupo 2. Estos datos se muestran en la tabla 2.

Tabla 2

<b>TIEMPOS DE REACCION (en ms)</b>			
<b>Grupos de Edad</b>	<b>Grupo 1</b>	<b>Grupo 2</b>	<b>Grupo 3</b>
<b>Tasa de Presentación / Condición</b>			
<b>Lenta/Condición 1</b>	909.5	890.8	1078.6
<b>Lenta/Condición 2</b>	950.8	841.1	935.1
<b>Rápida / Condición 1</b>	948.7	1051.6	907.9
<b>Rápida / Condición 2</b>	1081.3	1183.2	973.1

Tasa de presentación (Lenta vs Rápida):  $p < 0.004$

Condición (Congruente vs Incongruente):  $p < 0.006$

Tasa de presentación X Condición:  $p < 0.001$

**Errores en la identificación de enunciados.**- El ANOVA-MR solamente mostró un efecto significativo para el factor de Condición ( $F=20.19$ ;  $p < 0.0001$ ). La condición en que se cometieron más errores en los tres grupos de niños fue la condición 1 (congruente). Tampoco hubo efecto significativo para grupo, pero se observó que el grupo 1 cometió más errores en la tasa de presentación rápida que en la lenta para las dos condiciones (congruente e incongruente), en tanto que en los otros dos grupos la tendencia fue la contraria. En general, para los tres grupos y en las dos tasas de presentación de presentación, se cometieron más errores en la condición 1 y un menor número en la condición 2. (Ver tabla 3).

Tabla 3

<b>PORCENTAJE DE ERROR</b>			
<b>Tasa de Presentación / Condición</b>	<b>Grupo 1</b>	<b>Grupo 2</b>	<b>Grupo 3</b>
<b>Lento Condición 1</b>	30.2	29.1	23.2
<b>Lento Condición 2</b>	11.2	10.0	7.1
<b>Rápido Condición 1</b>	30.5	23.3	12.4
<b>Rápido Condición 2</b>	14.8	11.8	8.2

Condición:  $p < 0.0001$

## MEDIDAS ELECTROFISIOLÓGICAS:

### Análisis de Amplitudes.

Los siguientes resultados se obtuvieron utilizando la prueba no paramétrica permutacional multivariada (Galán et al. 1997).

**Efecto de edad.** Para observar este efecto ver las tablas 4 y 5 de comparación intergrupala y las figuras 5 a la 10.

**P150:** (Ver tabla 6). En la tasa de presentación lenta, las máximas diferencias intergrupales se dieron entre los grupos 1 y 3, con el resultado de máxima amplitud en el grupo 1 y mínima en el 3, para las dos condiciones en todas las derivaciones en que se estudió este componente (ver figura 6). En el mismo sentido, se observó una diferencia entre los grupos 2 y 3 localizada en O2 en la condición 2 (incongruente)(ver tabla 4).

Para la tasa de presentación rápida, se observaron diferencias intergrupales en el mismo sentido reportado anteriormente. Así, el grupo 1 mostró mayor amplitud que el 3 en las dos condiciones 1 y 2 (en ésta última solo en O1 y O2)(ver figura 9), y el grupo 2 mayor amplitud que el 3 para las mismas condiciones (ver figura 10). Hubo también una diferencia entre los grupos 1 y 2 localizada a O1 en ambas condiciones (ver tabla 5).

Tabla 6

<b>Tabla de medias de P150</b>						
<b>Derivación</b>	<b>Condición 1</b>			<b>Condición 2</b>		
	<b>Grupo 1</b>	<b>Grupo 2</b>	<b>Grupo 3</b>	<b>Grupo 1</b>	<b>Grupo 2</b>	<b>Grupo 3</b>
<b>Lento</b>						
O1	14.50	10.91	6.90	12.70		4.84
O2	16.26		7.60	12.04	11.03	5.30
T5	4.20		3.41	4.26		1.29
T6				6.44		1.56
<b>Rápido</b>						
O1	15.35	12.49	6.99	13.69	12.93	6.52
O2	16.04	15.32	6.83	14.58	16.74	7.99
T5	5.11		3.57		5.62	2.50
T6	8.93	8.69	2.24		10.12	3.28

**N150:** (Ver tabla 7). Región anterior: Prácticamente no hubo diferencias intergrupales para este componente en ninguna condición ni tasa de presentación (excepto que fue más negativo en el grupo 3 que en el 2 para la condición 1 en la derivación F8).

Región posterior: Para la tasa de presentación lenta, el mayor número de diferencias se presentó entre el grupo 1 y el grupo 3 en regiones temporales posteriores, así como, en ambas parietales (ver figura 6). Para la condición 1, se presentó mayor negatividad en los grupos de mayor edad ( $G3 > G2 > G1$ ) en T6, O2, Pz y P4 ( $G3 > G2$ ), esto también se vio en P3 (condición 2) ( $G3 > G1$ ). No obstante, la tendencia contraria se vio en T5 y T6 (condición 2) ( $G1 > G3$ ) y P4 ( $G1 > G3$ ) (condición 1).

Para la tasa de presentación rápida, se encontraron menos diferencias intergrupales que fueron en el sentido de que el grupo 1 tuvo mayor negatividad de N150 en O1 en relación con los otros dos grupos en la condición 1 y que el grupo 2 en la condición 2, lo mismo sucedió en T6 para la condición 1. Sin embargo, se observó la tendencia contraria en T6, donde el grupo 3 tuvo mayor negatividad que el grupo 2 en la condición 1.

Tabla 7

<b>Tabla de Medias de N150</b>						
<b>Derivación</b>	<b>Condición 1</b>			<b>Condición 2</b>		
	<b>Grupo 1</b>	<b>Grupo 2</b>	<b>Grupo 3</b>	<b>Grupo 1</b>	<b>Grupo 2</b>	<b>Grupo 3</b>
<b>Lento</b>						
P4	-2.88	-1.53	-2.13			
O2	-1.23		-1.28			
F8		-0.89	-2.24			
T5				-1.61		-1.48
T6	0.66	-1.02	-3.16	-1.62		-0.99
Pz	-1.28		-1.34		7.72	1.26
<b>Rápido</b>						
O1	-2.10	-1.36	0.25	-2.73	-0.42	
T6	1.61	2.20	-1.03			
Pz		7.52	3.55			

P200: (Ver tabla 8). Para este componente, tanto en la región anterior como en la posterior para ambas tasas de presentación, se observó una relación inversa de la amplitud de P200 con la edad (a menor edad mayor amplitud de P200) sobre todo en regiones posteriores derechas para la tasa de presentación lenta (ver figuras 5 y 6). La única excepción se dio para O1 donde se observó ( $G2 > G1$ ) en la condición 1. Para la tasa de presentación rápida, la mayor cantidad de diferencias se dio en las derivaciones frontales, presentándose el patrón previamente mencionado (ver figuras 9 y 10). La más clara excepción se dio en el grupo 3, en las dos condiciones, donde tuvo mayor amplitud de P200 que los otros dos grupos en la derivación Fz; además el grupo 3 tuvo mayor amplitud que el grupo 1 en T6 en la condición 2.

Tabla 8

<b>Tabla de medias de P200</b>						
<b>Derivación</b>	<b>Condición 1</b>			<b>Condición 2</b>		
	<b>Grupo 1</b>	<b>Grupo 2</b>	<b>Grupo 3</b>	<b>Grupo 1</b>	<b>Grupo 2</b>	<b>Grupo 3</b>
<b>Lento</b>						
Fp2				7.97	5.17	
C4	7.26		4.31			
P4	4.89		3.47	5.80		3.56
O1	3.62	5.18				
O2	4.13	2.92	1.33			
F8				9.83	6.62	
T3						
T5	7.67	3.51				
Cz	10.62		2.83			
PZ	8.32		3.14			
<b>Rápido</b>						
Fp2	5.87		2.85			
F3	7.02		3.55			
F7				6.65	8.82	3.50
F8					8.45	3.80
T3				3.84	7.51	4.04
T6	10.09		5.93	7.50	8.90	
Fz	3.01	2.85	5.70		3.77	4.78

**N400:** (ver tabla 9). Para la tasa de presentación lenta, las diferencias se dieron entre los grupos 1 y 2 en las regiones parietales y centrales. El grupo 2 tuvo mayor negatividad que el grupo 1 en P3, P4 y Pz en la condición 1 y en C3 y C4 en la condición 2. También el grupo 3 tuvo mayor negatividad que el grupo 1 en P4 en la condición 1 (ver figura 5).

Para la tasa de presentación rápida, la única diferencia significativa se observó en F4 en la condición 1, observándose más negatividad en el grupo 3 que en el grupo 1.

Tabla 9

<b>Tabla de medias de N400</b>						
<b>Derivación</b>	<b>Condición 1</b>			<b>Condición 2</b>		
<b>Lento</b>	<b>Grupo 1</b>	<b>Grupo 2</b>	<b>Grupo 3</b>	<b>Grupo 1</b>	<b>Grupo 2</b>	<b>Grupo 3</b>
C3				-2.54	-5.55	
C4				0.39	-2.82	
P3	2.10	-2.86				
P4	1.17	-0.89	0.94			
Pz	0.2	-2.40				
<b>Rápido</b>						
F4	-2.07		-3.74			

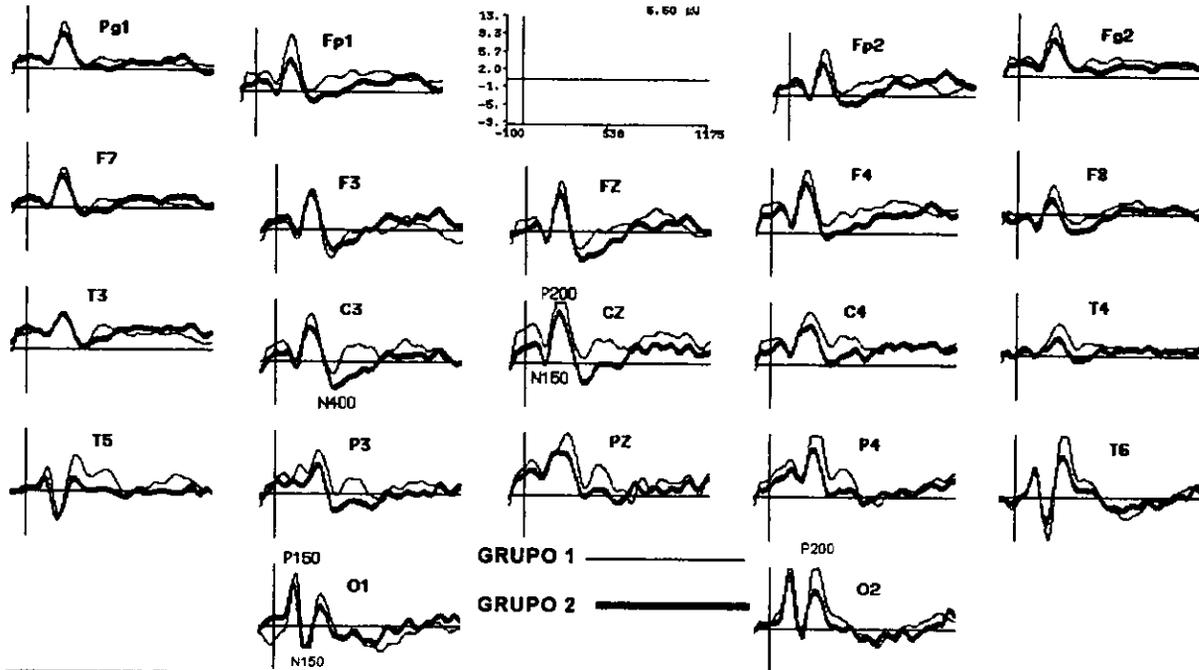
Tabla 4

<b>COMPARACION INTERGRUPAL</b>			
<b>TASA DE PRESENTACION LENTA</b>			
<b>COMPONENTE / CONDICIÓN</b>	<b>GRUPO 1 VS 2</b>	<b>GRUPO 1 VS. 3</b>	<b>GRUPO 2 VS 3</b>
<i>P150 /Condición 1</i>	Ns	O2,T5,T6 ***, O1 *	Ns
<i>P150/Condición 2</i>	Ns	O1,O2,T5,T6 ***	O2 ***
<i>N150 anterior / Condición 1</i>	Ns	Ns	F8 (.05)
<i>N150 anterior / Condición 2</i>	Ns	Ns	Ns
<i>N150 posterior / Condición 1</i>	T6 (.06)	T6 ***, P4, O2 (.06)	P4 (.06)
<i>N150 posterior / Condición 2</i>	Ns	P3, T5***, T6 *	Ns
<i>P200 anterior / Condición 1</i>	Ns	Cz ***, C4 (.06)	Ns
<i>P200 anterior / Condición 2</i>	F8*, Fp2 (.07)	Ns	Ns
<i>P200 posterior / Condición 1</i>	T5***, O1, O2 (.08)	P4,O2,T6,Pz ***	Ns
<i>P200 posterior / Condición 2</i>	Ns	T6 ***, P4 (.08)	T6 (.08)
<i>N400 Condición 1</i>	P3,P4,Pz ***	P4 ***	Ns
<i>N400 Condición 2</i>	C3, C4 (.09)	Ns	Ns

Ns = No significativo \* p < 0.10 \*\*\* p < 0.0005

**GRUPO 1 vs GRUPO 2  
CONDICIÓN 2  
LENTO**

**Figura 5**



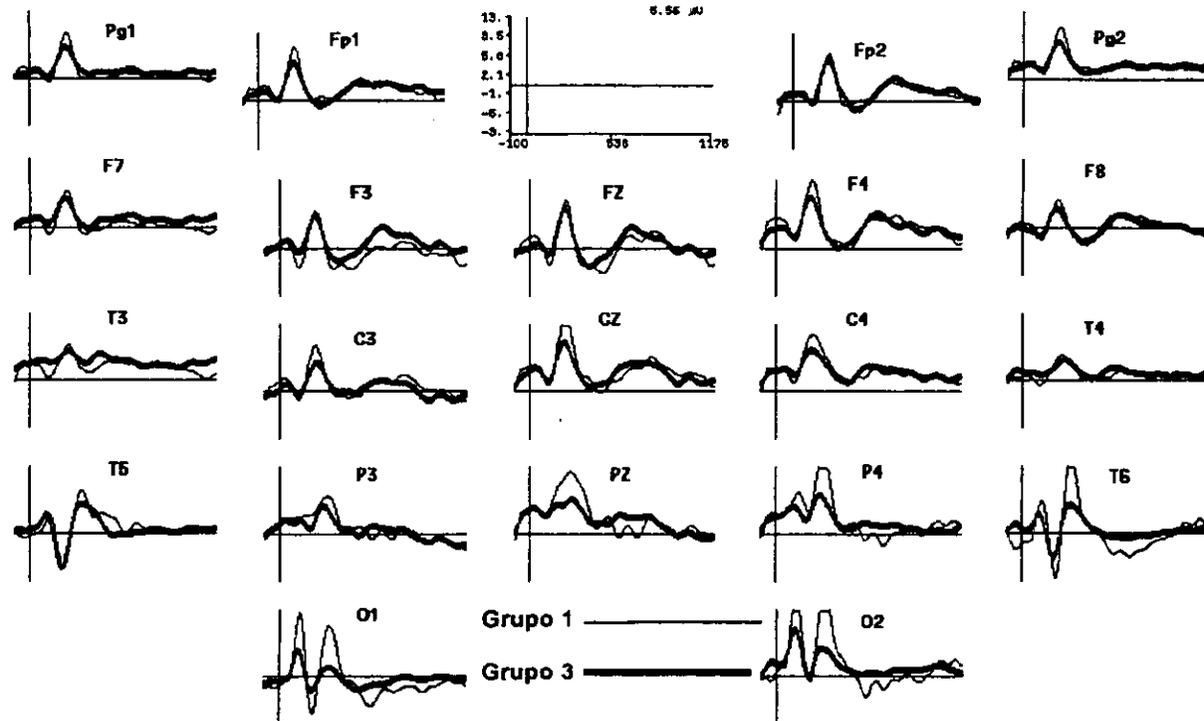
Comparación intergrupual de los PRE. Se señalan los componentes P150 (O1), N150 anterior (Cz), N150 posterior (O1), P200 anterior (Cz), P200 posterior (O2) y N400 (C3).

Se observa mayor amplitud del componente P200 en el grupo 1 con respecto al 2 y de N400 en el grupo 2 con respecto al 1 (ver valores significativos en las tablas 4 y 5).

En esta y en las siguientes figuras se muestran las derivaciones del Sistema Internacional 10/20 y el electro-oculograma (Pg1 y Pg2). Las positividades se muestran hacia arriba.

GRUPO 1 vs GRUPO 3  
CONDICIÓN 1  
LENTO

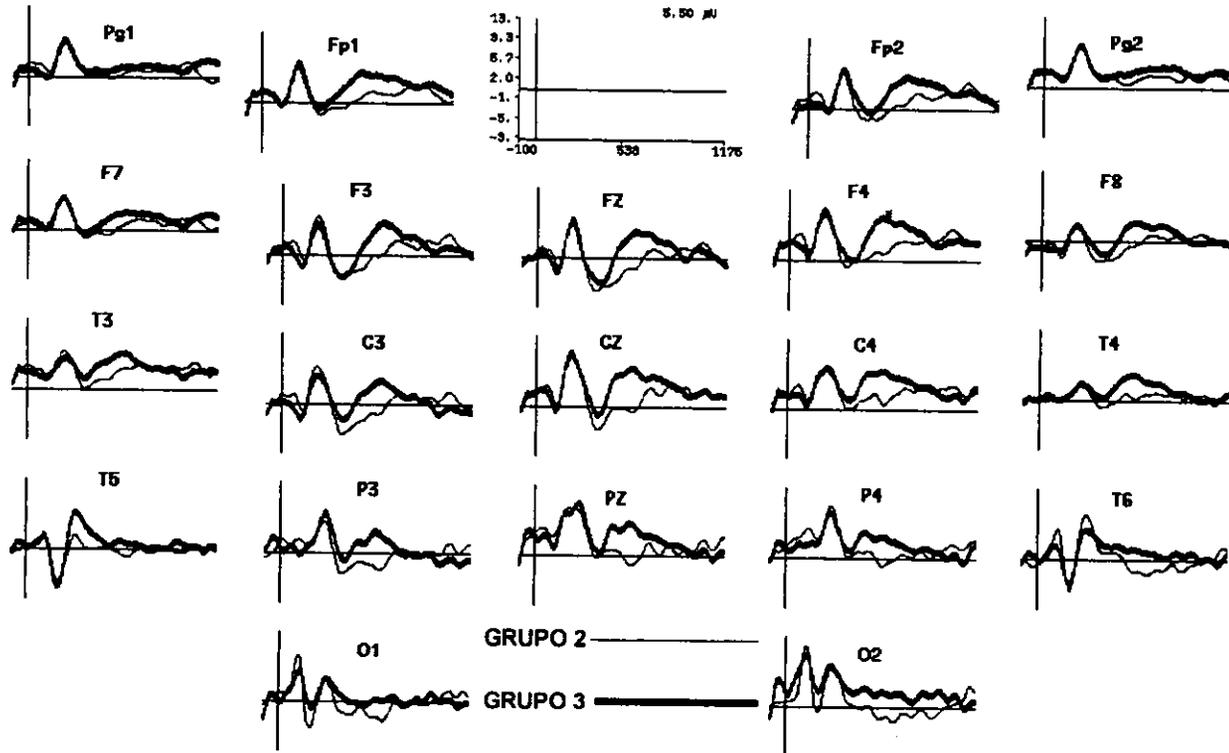
Figura 6



Comparación intergrupual de los PRE. Obsérvese la relación inversa de la *amplitud* con la edad en P150 en O1 y O2 (Grupo 1>Grupo 3) y en P200 sobre todo en regiones posteriores derechas: P4, T6, O2 y Pz (Grupo 1>Grupo 3).

GRUPO 2 vs GRUPO 3  
CONDICIÓN 2  
LENTO

Figura 7



Comparación intergrupar de los PRE. Obsérvese que aunque existen diferencias de amplitud para N400 entre los grupos 2 y 3, con mayor negatividad para el grupo 2 respecto al 3 (C3, Cz, T4, P3, O1, O2), las diferencias no son significativas.

Tabla 5

<b>COMPARACION INTERGRUPAL</b>			
<b>TASA DE PRESENTACION RAPIDA</b>			
<b>COMPONENTE / CONDICION</b>	<b>GRUPO 1 VS 2</b>	<b>GRUPO 1 VS. 3</b>	<b>GRUPO 2 VS 3</b>
<i>P150 Condición 1</i>	O1***	O1,O2,T5,T6 ***	O1,O2,T6 ***
<i>P150 Condición 2</i>	O1 (.06)	O1,O2 ***	O1,O2,T5,T6 ***
<i>N150 anterior / Condición 1</i>	Ns	Ns	Ns
<i>N150 anterior / Condición 2</i>	Ns	Ns	Ns
<i>N150 posterior / Condición 1</i>	O1 ***	T6 ***, O1 *	T6 *, Pz(.06)
<i>N150 posterior / Condición 2</i>	O1 ***	Ns	Ns
<i>P200 anterior / Condición 1</i>	Ns	Fz ***, F3 *, Fp2 (.07)	Fz (.07)
<i>P200 anterior / Condición 2</i>	Ns	F7 ***, T3 *	F8 ***, F7, Fz, *T3 (.06)
<i>P200 posterior / Condición 1</i>	Ns	T6 ***	Ns
<i>P200 posterior / Condición 2</i>	Ns	T6 ***	Ns
<i>N400 Condición 1</i>	Ns	F4 *	Ns
<i>N400 Condición 2</i>	Ns	Ns	Ns

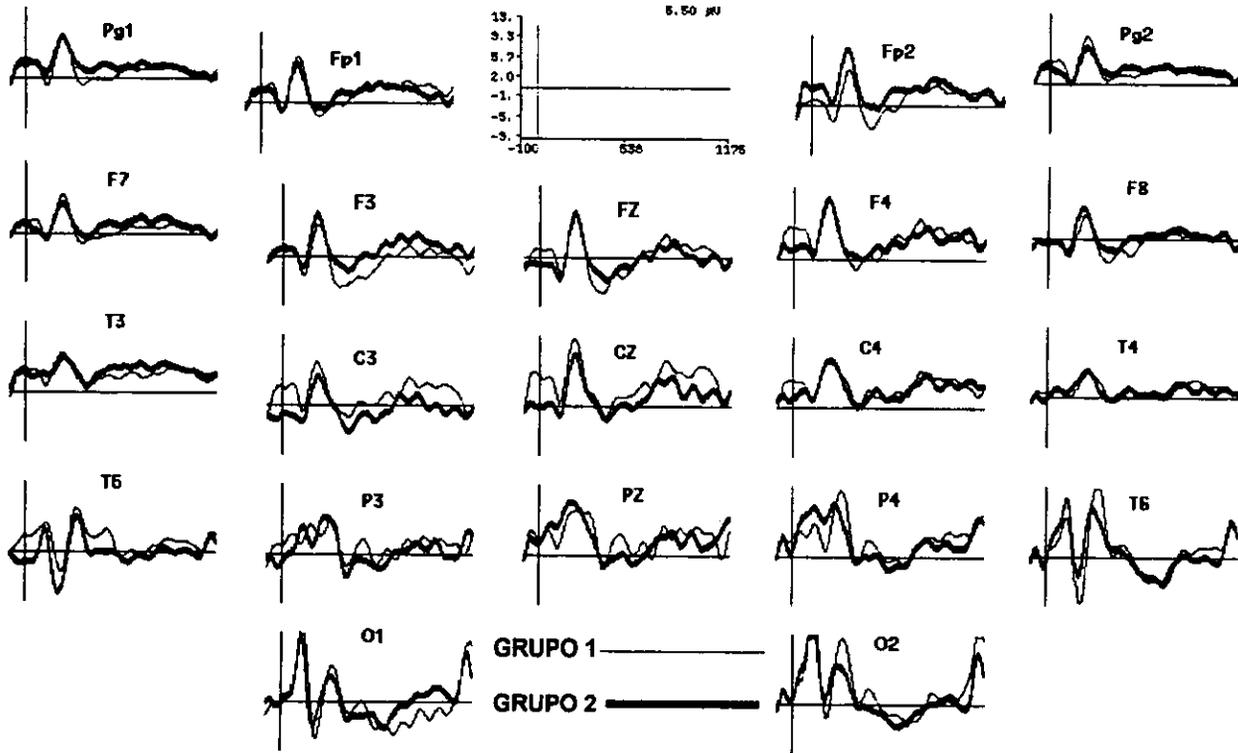
Ns = No significativo

\* p &lt; 0.08

\*\*\* p &lt; 0.0005

GRUPO 1 vs GRUPO 2  
CONDICIÓN 2  
RÁPIDO

Figura 8

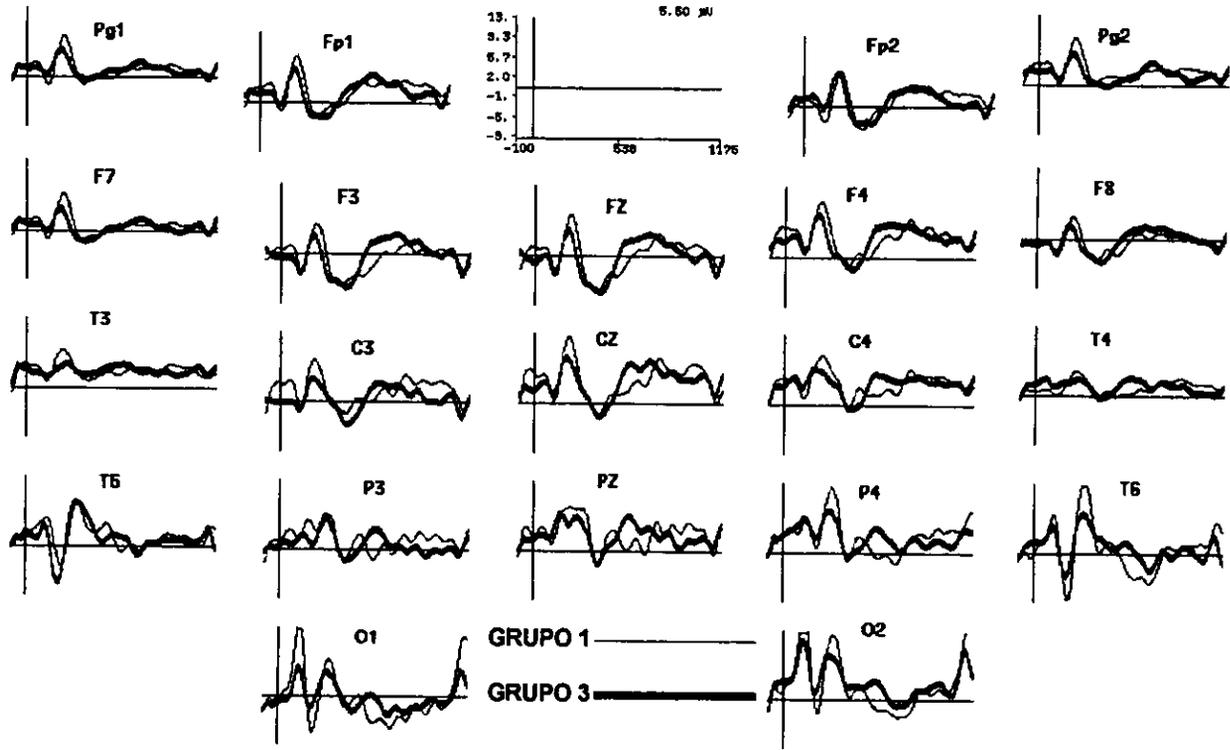


42

Comparación intergrupual de los PRE. Obsérvese la mayor negatividad de N150 en el grupo 1 con respecto al grupo 2 en O1. N400 no presentó diferencias significativas entre estos dos grupos.

**GRUPO 1 vs GRUPO 3  
CONDICIÓN 2  
RÁPIDO**

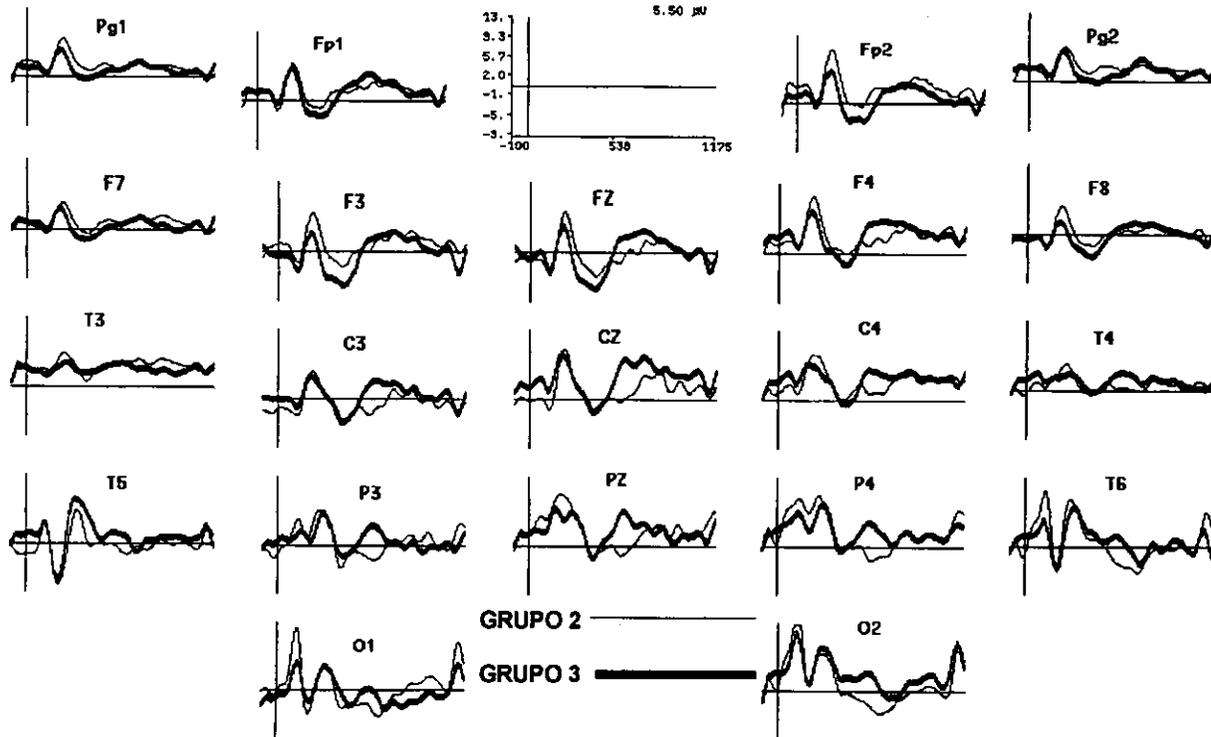
**Figura 9**



Comparación intergrupual de los PRE. Obsérvese la relación inversa de amplitud con la edad en P150 (O1 y O2) y en P200 en regiones frontales, centrales y T6. No se observan diferencias significativas para N400.

GRUPO 2 vs GRUPO 3  
CONDICIÓN 2  
RÁPIDO

Figura 10



Comparación intergrupar de los PRE. Obsérvese la relación inversa de la amplitud de P150 con la edad en O1, O2 y T6. La misma relación se observa para P200 sobre todo en regiones frontales. Las diferencias para N400 en regiones frontales no fueron significativas

**Resultados de análisis de correlación edad vs amplitud de los componentes**

Para comprobar nuestra hipótesis del efecto de la edad sobre los componentes de los PRE, con las reservas del caso, se hizo un análisis de correlación para cada componente (amplitud vs edad).

La amplitud de los componentes P150 y P200 mostró una clara correlación negativa con la edad de los sujetos (a mayor edad menor amplitud).

Para P150 se obtuvieron un total de 9/16 correlaciones significativas (5 para tasa de presentación lenta y 4 para rápida). Ver tabla 10.

Tabla 10

<b>Análisis de Correlación de amplitud P150 vs Edad</b>								
<b>T de Presen.</b>	<b>Lenta</b>				<b>Rápida</b>			
	<b>Condición 1</b>		<b>Condición 2</b>		<b>Condición 1</b>		<b>Condición 2</b>	
<b>Derivación</b>	<b>r</b>	<b>p</b>	<b>r</b>	<b>p</b>	<b>r</b>	<b>p</b>	<b>r</b>	<b>p</b>
O1	-0.48	0.01	-0.49	0.01	-0.60	0.002	-0.63	0.001
O2	-0.51	0.008	-0.41	0.03	-0.58	0.003		
T6	-0.53	0.006			-0.58	0.003		

r = Coeficiente de correlación de Pearson

p = Probabilidad

Para P200 se obtuvieron un total de 13/76 correlaciones significativas (9 para tasa de presentación lenta y 4 para la tasa de presentación rápida). Para la tasa de presentación lenta las correlaciones más altas se dieron en derivaciones posteriores (T4, T6, Cz, Pz) con mayor tendencia en derivaciones derechas que izquierdas. En la tasa de presentación rápida, las mayores correlaciones ocurrieron en derivaciones frontales (ver tabla 11).

Tabla 11

<b>Análisis de Correlación de amplitud P200 vs Edad</b>								
<b>T de Presen.</b>	<b>Lento</b>				<b>Rápido</b>			
	Condición 1		Condición 2		Condición 1		Condición 2	
<b>Derivación</b>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
F3					-.41	0.04		
F4					-.43	0.03		
P3							-.50	0.01
O2	-.43	0.02						
F7					-.47	0.02		
F8	-.38	0.05						
T4	-.49	0.01	-.48	0.01				
T6	-.56	.003	-.41	0.04				
Cz	-.52	.006	-.48	0.01				
Pz	-.41	0.04						

*r* = Coeficiente de correlación de Pearson  
*p* = Probabilidad

Por otra parte, N150 y N400 no mostraron una correlación clara.

Para N150 se obtuvieron 10/76 correlaciones significativas, 4 para la tasa de presentación lenta, de éstas una es negativa (T3 condición 2). Las 3 correlaciones positivas fueron en P3, O1 y F7 (condición 1). Para la tasa de presentación rápida, se obtuvieron correlaciones positivas para las condiciones 1 y 2, sobre todo en derivaciones posteriores y centrales (ver tabla 12).

Tabla 12

<b>Análisis de Correlación de amplitud N150 vs Edad</b>									
Tasa de Presentación	Lento				Rápido				
	Condición 1		Condición 2		Condición 1		Condición 2		
Derivación	r	p	r	p	r	p	r	p	
C4							.40	0.05	
P3	.52	.006			.44	0.03	.41	0.04	
P4					.46	0.02			
O1	.53	.005			.44	0.03			
F7	.38	0.05							
F8							.43	0.03	
T3			-.41	0.03					

r = Coeficiente de correlación de Pearson  
p = Probabilidad

Para N400 solamente se obtuvieron 3/76 correlaciones significativas negativas, todas para la tasa de presentación lenta (ver tabla 13).

Tabla 13

<b>Análisis de Correlación de amplitud de N 400 vs Edad</b>									
Tasa de Presentación	Lento				Rápido				
	Condición 1		Condición 2		Condición 1		Condición 2		
Derivación	r	P	r	p	r	p	r	p	
O2	-.45	0.02							
T6	-.45	0.02							
T6			-.39	0.04					

r = Coeficiente de correlación de Pearson  
p = Probabilidad

## Análisis de Latencias:

### Efecto Edad

P150: El ANOVA-MR mostró diferencias significativas para las interacciones: Tasa de presentación X Grupo ( $F=4.42$ ;  $p < 0.01$ ), Tasa de presentación X Condición ( $F=4.62$ ;  $p < 0.018$ ), Tasa de presentación X Derivación ( $F=4.41$ ;  $p < 0.05$ ), Tasa de presentación X Derivación X Grupo ( $F=2.36$ ;  $p < 0.05$ ). Y aunque no hubo efecto principal de grupo, se realizó la prueba de Tukey para observar la tendencia del comportamiento de la latencia con la edad, comprobándose que hay una tendencia a la disminución la latencia con la edad (ver tabla 14).

Tabla 14

<b>LATENCIA P150</b>				
<b>Derivación / Condición / Tasa Presentación</b>	<b>GRUPO 1</b>	<b>GRUPO 2</b>	<b>GRUPO 3</b>	<b>PRUEBA DE TUKEY</b>
T5 / Condición 1 / Lento	125.00	124.28	111.42	1>3 2>3
T6 / Condición 2 / Lento	130.00	126.42	112.85	1>3
T5 / Condición 2 / Rápida	135.62	115.00	117.50	1>2

N150: Para este componente el ANOVA-MR mostró diferencias significativas solo para la interacción de Tasa de presentación X Condición X Derivación ( $F=4.43$ ;  $p<004$ ), y al igual que en el componente anterior se realizó la prueba de Tukey y se observó una tendencia a disminuir la latencia con la edad en las derivaciones T5 y T6, para las condiciones 1 y 2 en ambas tasas de presentación (ver tabla 15).

Tabla 15

**LATENCIA N150**

<b>Derivación / Condición / Tasa Presentación</b>	<b>GRUPO 1</b>	<b>GRUPO 2</b>	<b>GRUPO 3</b>	<b>PRUEBA DE TUKEY</b>
T5 / Condición 1 / Lento	208.88	203.75	193.57	1>3
T6 / Condición 1 / Lento	210.55	200.00	192.14	1>3
T6 / Condición 2 / Lento	207.00	200.00	187.85	1>3
T6 / Condición 1 / Rápido	204.00	199.28	185.83	1>3
T5 / Condición 2 / Rápido	216.00	195.71	195.83	1>2 1>3
T6 / Condición 2 / Rápido	209.00	194.28	193.33	1>2 1>3

**P200:** En este componente el ANOVA-MR mostró diferencias significativas para la interacción Tasa de presentación X Condición X Derivación ( $F=2.24$ ;  $p < 0.05$ ). La prueba de Tukey señaló una tendencia a la disminución de la latencia con la edad en las dos condiciones y prácticamente solo para la tasa de presentación rápida (ver tabla 16).

Tabla 16

**LATENCIA P200**

<b>Condición / Tasa Presentación</b>	<b>GRUPO 1</b>	<b>GRUPO 2</b>	<b>GRUPO 3</b>	<b>PRUEBA DE TUKEY</b>
F3 / Condición 1 / Rápido	214.50	222.14	207.50	2>3
Fz / Condición 1 / Rápido	218.00	216.42	201.66	1>3 2>3
F3 / Condición 2 / Rápido	224.50	210.00	200.00	1>3
Cz / Condición 1 / Rápido	224.00	220.00	200.00	1>3 2>3

**N400:** Las diferencias significativas en el ANOVA-MR fueron en Condición X Grupo ( $F=3.39$ ;  $p < 0.05$ ) y Tasa de presentación X Derivación ( $F=2.28$ ;  $p < 0.04$ ). La prueba de Tukey que se realizó por el motivo antes mencionado, mostró una disminución de la latencia con la edad en la condición 1 para T6 en la tasa de presentación rápida y en la condición 2 en Cz para la tasa de presentación lenta (ver tabla 17).

Tabla 17

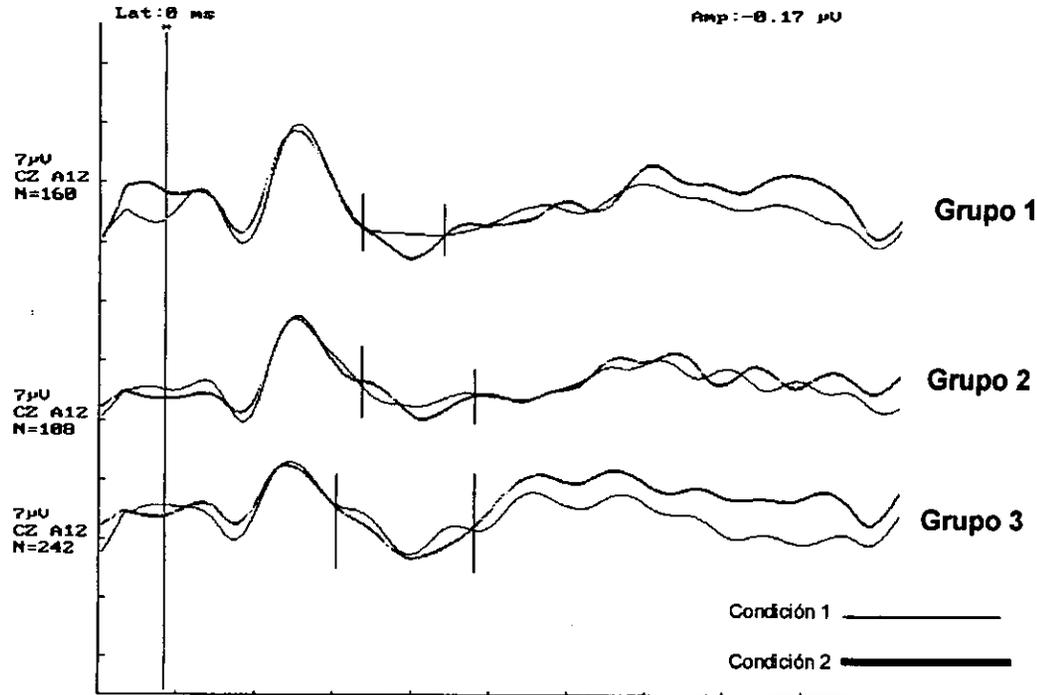
<b>LATENCIA N400</b>				
<b>Condición / Tasa Presentación</b>	<b>GRUPO 1</b>	<b>GRUPO 2</b>	<b>GRUPO 3</b>	<b>PRUEBA DE TUKEY</b>
Cz / Condición 2 / Lento	359.50	409.37	362.85	2>3 2>1
T6 / Condición 1 / Rápido	435.50	400.71	425.00	1>2

#### **Duración de N400**

La observación de la morfología de los potenciales sugirió hacer una valoración de la duración de la onda N400, se consideró que esta valoración se podía hacer en la derivación Cz en las condiciones congruente (condición 1) e incongruente (condición 2); se escogió esa derivación porque fue la que con mayor claridad se vio el efecto N400. Se midió en cada sujeto la latencia de inicio y de final de N400 para realizar un ANOVA.

El ANOVA de la duración de N400 en Cz para diferencias intergrupales reportó valores muy cercanos a ser significativos para la condición 1 ( $F=3.18$ ;  $p<0.06$ ) y para la condición 2 ( $F=3.45$ ;  $p<0.05$ ). La tendencia mostrada por la prueba de Tukey fue que la duración de N400 es mayor en el grupo 3, seguido del grupo 2 y este del grupo 1 (Ver figura 11).

### DURACION DE N400 EN LOS TRES GRUPOS ESTUDIADOS



Comparación de la duración de N400 en Cz en los tres grupos de edad: Obsérvese la tendencia al aumento *duración* de N400 con el aumento de la edad del grupo.

**Efecto de la Tasa de presentación:** (Ver tabla 14).

Se evaluó el efecto de la tasa de presentación sobre la amplitud de los distintos componentes de los PRE mediante la PNPPM.

**Grupo 1:**

*P150:* Solamente fue significativo para la condición 2 en T5 en la tasa de presentación lenta, donde se observó mayor amplitud que en la rápida.

*N150:* Región anterior: Para la condición 2, se obtuvo que para las derivaciones Fp1, C4, F7 y Cz la amplitud fue significativamente mayor (más negativa) para la tasa de presentación lenta que para la rápida, en tanto que lo contrario se observó en T3.

*N150:* Región posterior. No hubo diferencias significativas.

*P200:* Para la condición 1 y 2 tanto en las derivaciones anteriores como posteriores que fueron significativas (Fp1, Fp2, C3, T4, F4, P3, Cz, Pz, P4, O1 y O2) se observó que la mayor amplitud se encontró en la tasa de presentación lenta (ver figura 12).

*N400:* Para este componente, se obtuvo que la mayor negatividad se presentó en la tasa de presentación rápida en las condiciones 1 (P3 y P4) y 2 (C3, C4, F3, P4, T3, T4, T6, Fz, y Cz). Este fue el grupo que presentó mayores cambios con la tasa de presentación respecto del componente N400 (ver figura 12).

**Grupo 2**

*P150:* En la condición 1, este grupo mostró mayor amplitud para la tasa de presentación rápida que para la lenta en O1.

*N150:* Región anterior: En este grupo las diferencias entre las tasas de presentación se encontraron en la condición 1, en donde para las derivaciones frontales: Fp1, F3, F7 y F8 y para C4 la mayor negatividad de N150 estuvo en la tasa de presentación rápida. En tanto que para las derivaciones T4, Fz y Cz la mayor negatividad se obtuvo en la tasa de presentación lenta.

*N150:* Región posterior: No se observaron diferencias significativas.

*P200:* En la condición 1 sólo se observaron diferencias significativas en F7 y T3; en F7 la mayor positividad fue en la tasa de presentación lenta, ocurrió lo contrario en T3. En la condición 2 no se observaron diferencias significativas.

*N400*: las diferencias se obtuvieron en la condición 1, para las derivaciones frontales (F3, F4 y Fz) la mayor negatividad se encontró en la tasa de presentación rápida y para T3 en la lenta.

Grupo 3:

*P150*: No hubo diferencias significativas.

*N150*: Región anterior: En este grupo, solamente se observaron diferencias para la condición 2 en F8 y Fp2. Para la primera derivación, la mayor negatividad se dio en la tasa de presentación rápida y para Fp2 en la lenta.

La región posterior no mostró diferencias significativas en ninguna de las dos tasas de presentación.

*P200*: Las numerosas diferencias significativas que se vieron en este componente para la condición 1 y 2, se dieron en las derivaciones CZ, Fz, T4 y T3 con el patrón de que la mayor amplitud se presentó en la tasa de presentación rápida, en cambio, para las regiones frontales (Fp2, F8, F3, F4) y C4 dicho patrón se invirtió (ver figura 14).

*N400*: Las diferencias significativas en este grupo se dieron en la condición 2, para las derivaciones C3, C4, Cz, T4 y Pz, la mayor negatividad se encontró en la tasa de presentación rápida (ver figura 14). En tanto, que para T5 ocurrió lo contrario. Además, para la condición 1 en Cz la mayor negatividad se observó en la tasa de presentación rápida, y lo inverso, ocurrió para T4 (Ver tabla 14).

Tabla 14

<b>EFFECTO TASA DE PRESENTACIÓN</b>			
<b>Lenta vs Rápida</b>			
<b>Componente/ Condición</b>	<b>Grupo 1</b>	<b>Grupo 2</b>	<b>Grupo 3</b>
P150 Condición 1	Ns	O1**	Ns
P150 Condición 2	T5 (.07)	Ns	Ns
N150 / anterior / Condición 1	Ns	Fp1,F3,C4,F7,T4,Fz, Cz***,F8	Ns
N150 / anterior / Condición 2	Fp1,C4,T3*,F7,Cz (.08)	Ns	F8***,Fp2*
N150 / posterior / Condición 1	P3*	Ns	Ns
N150 / posterior / Condición 2	Ns	Ns	Ns
P200 / anterior / Condición 1	Fp1***,Fp2*,C3 (.07)	F7***,T3 (.08)	Fp2,Cz,F8 (.08), T4 (.09)
P200 / anterior / Condición 2	Fp1*,T4*,Fp2,F4, Cz (.06)	Ns	Fp2,F7,T4***,F3,F4,C4,F8,T3,Fz*,Cz (.08)
P200 / posterior / Condición 1	P3*	Ns	Ns
P200 / posterior / Condición 2	Pz***,P3,P4*,O2*, O1(.08)	Ns	Ns
N400 Condición 1	P3***,Pz	F3,F4,Fz***,T3*	T4***,Cz*
N400 Condición 2	C3,C4,F3,F4,P4,T3,T4,T6,Fz,Cz**	Ns	C3,C4,Cz,T4***,Pz, T5

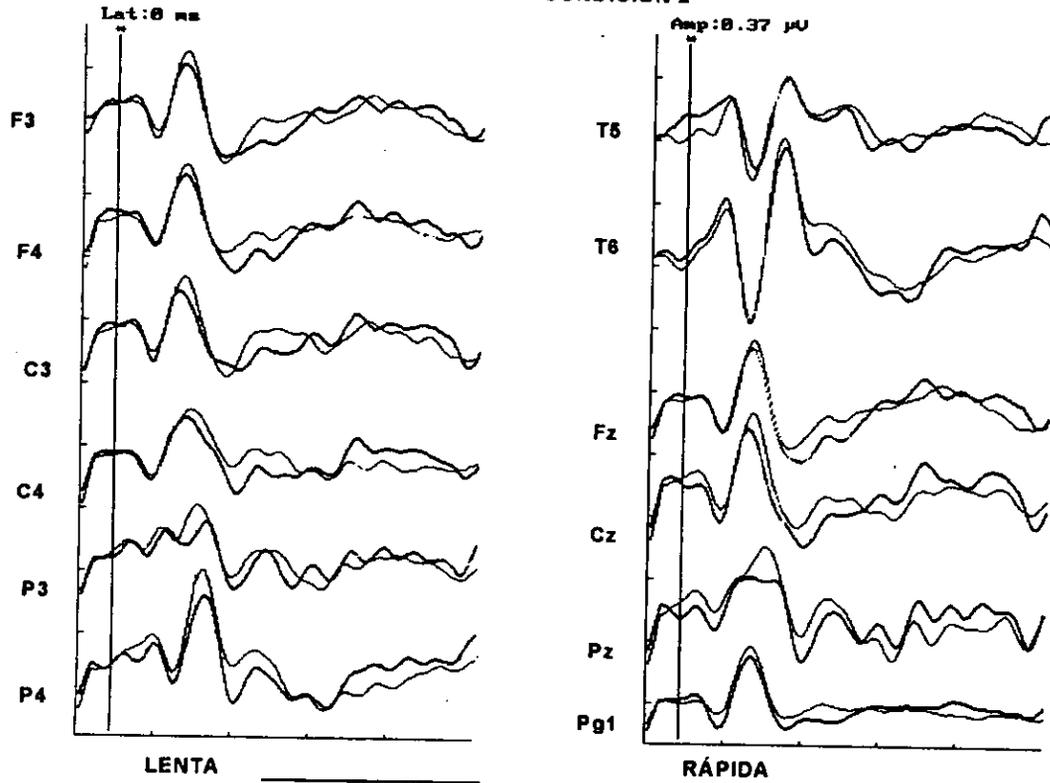
Ns = No significativo

\*  $p < 0.05$

\*\*\*  $p < 0.0005$

EFFECTO TASA DE PRESENTACION  
GRUPO 1  
CONDICIÓN 2

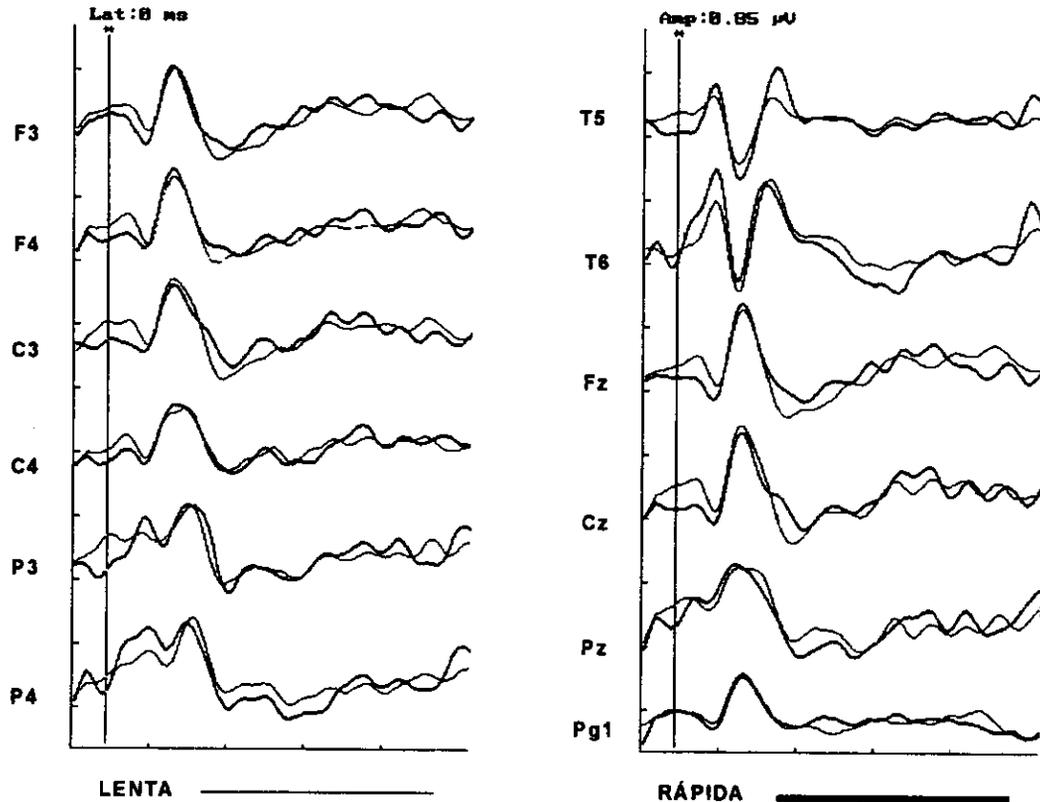
Figura 12



Comparación de los PRE en las dos tasas de presentación: En el grupo 1 se observó mayor amplitud de P200 en la tasa lenta (F4, Cz, Pz, P3, P4) y de N400 en la tasa rápida (C3, C4, F3, F4, P4, T8, Fz, Cz).

EFFECTO TASA DE PRESENTACION  
GRUPO 2  
CONDICIÓN 2

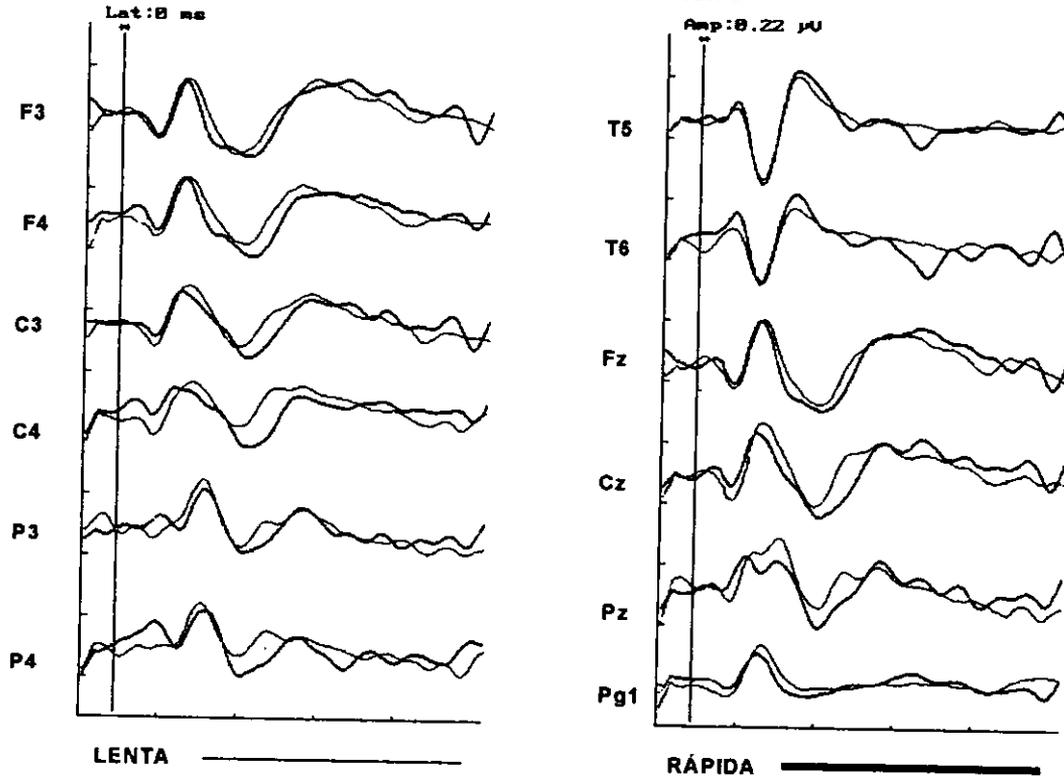
Figura 13



Comparación de los PRE en las dos tasas de presentación: En el grupo 2 se observa mayor negatividad de N150 en F3 y C4 para la tasa rápida. Para P200 y N400 no hubo diferencias significativas.

EFFECTO TASA DE PRESENTACION  
GRUPO 3  
CONDICIÓN 2

Figura 14



Comparación de los PRE en las dos tasas de presentación: En el grupo 3 no se observaron cambios para N150 ni P150. Mostró mayor amplitud de P200 en Fz y Cz para la tasa rápida y en F3, F4, C4 para la tasa lenta. Para N400 hubo mayor negatividad para la tasa rápida en C3, C4, Cz y Pz.

### **Efecto de Condición:**

Se evaluó el efecto de la condición congruente (1) vs incongruente (2) para el componente N400 mediante la prueba no paramétrica permutacional multivariada (PNPPM).

Para los resultados que se reportan aquí se obtuvo una mayor negatividad de N400 para la condición incongruente que para la congruente (efecto N400).

#### *Grupo 1*

##### Tasa de presentación Lenta:

La PNPPM mostró una  $p < 0.0009$  para la comparación global con los siguientes valores significativos para las derivaciones: C3 ( $p < 0.01$ ), T3 ( $p < 0.0009$ ), O1 ( $p < 0.04$ ) Cz ( $p < 0.008$ ), y cercanos a la significancia, F3 ( $p < 0.06$ ) y P3 ( $p < 0.08$ ) (ver figura 15).

##### Tasa de presentación Rápida:

La PNPPM mostró una  $p < 0.01$  para la comparación global con los siguientes valores significativos para las derivaciones: F3 ( $p < 0.05$ ), F4 ( $p < 0.03$ ), C3 ( $p < 0.03$ ), Fz ( $p < 0.02$ ), Cz ( $p < 0.02$ ) y Pz ( $p < 0.03$ ), y cercanos a la significancia, C4 ( $p < 0.08$ ) y P3 ( $p < 0.06$ ) (ver figura 18).

#### *Grupo 2*

##### Tasa de presentación Lenta:

La PNPPM mostró una  $p < 0.0009$  para la comparación global con los siguientes valores significativos para las derivaciones: F4 ( $p < 0.02$ ), Fz ( $p < 0.04$ ) y Cz ( $p < 0.0009$ ), y cercano a la significancia F3 ( $p < 0.07$ ) (ver figura 16).

##### Tasa de presentación Rápida:

La PNPPM no mostró valores significativos para esta comparación (ver figura 19).

#### *Grupo 3*

##### Tasa de presentación Lenta:

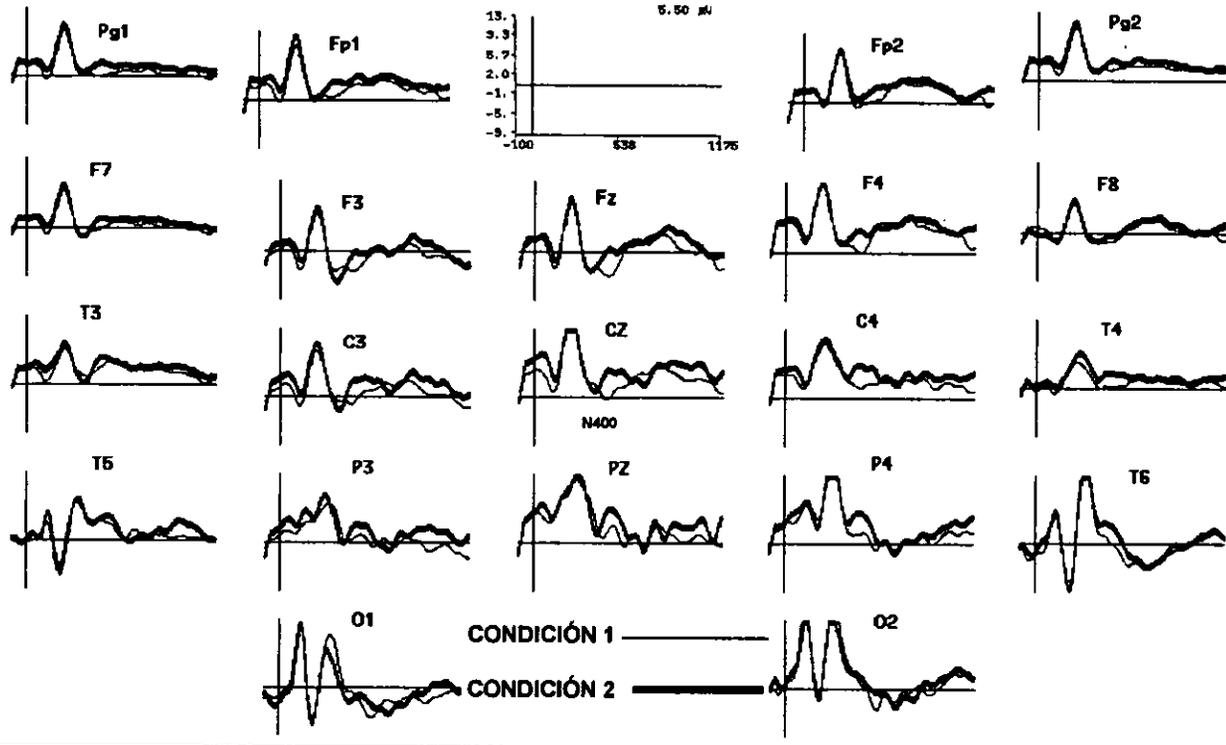
La PNPPM no mostró valores significativos para esta comparación (ver figura 17).

Tasa de presentación Rápida:

La PNPPM mostró una  $p < 0.0009$  para la comparación global con los siguientes valores significativos: C3 ( $p < 0.009$ ), P3 ( $p < 0.0009$ ), O1 ( $p < 0.0009$ ), T3 y T4 ( $p < 0.0009$ ) y cercano a la significancia T5 ( $p < 0.06$ ), (ver figura 20).

**GRUPO 1  
CONDICIÓN 1 vs 2  
LENTO**

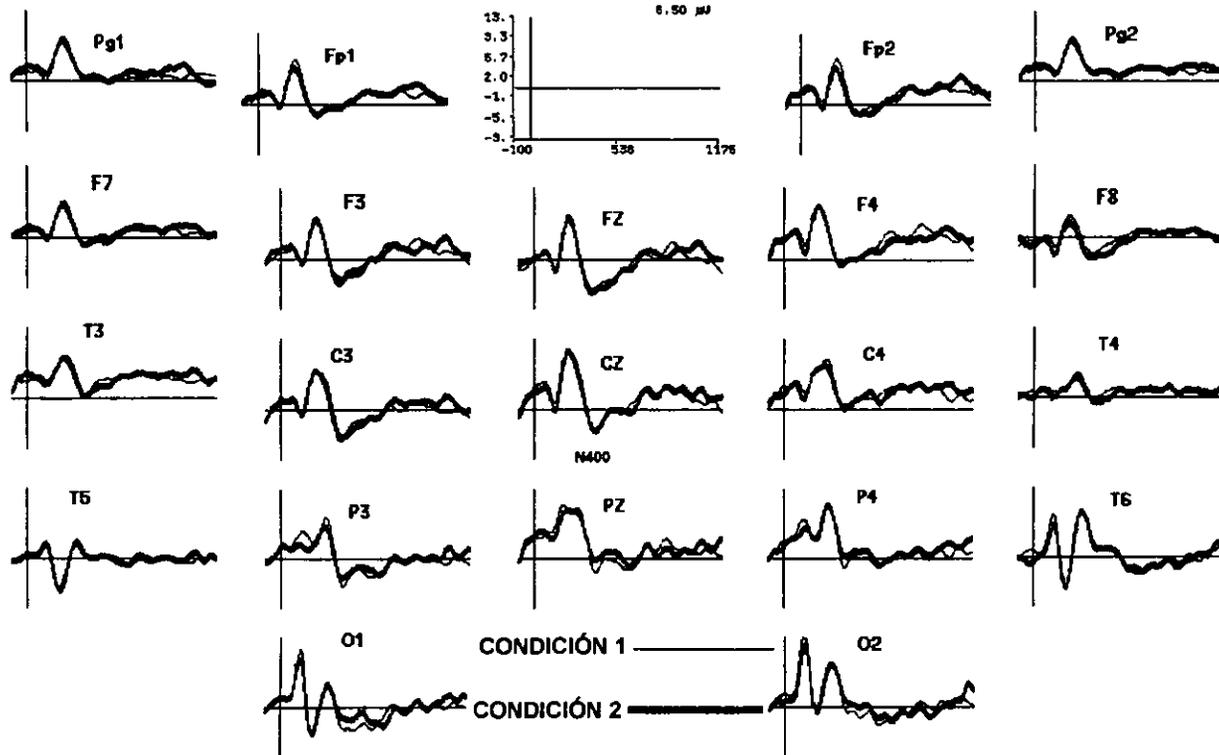
Figura 15



Comparación entre condiciones de los PRE: Para el grupo 1, en la tasa de presentación lenta, el efecto N400 fue significativo en las derivaciones C3, T3, O1 y Cz.

GRUPO 2  
CONDICIÓN 1 vs 2  
LENTO

Figura 16

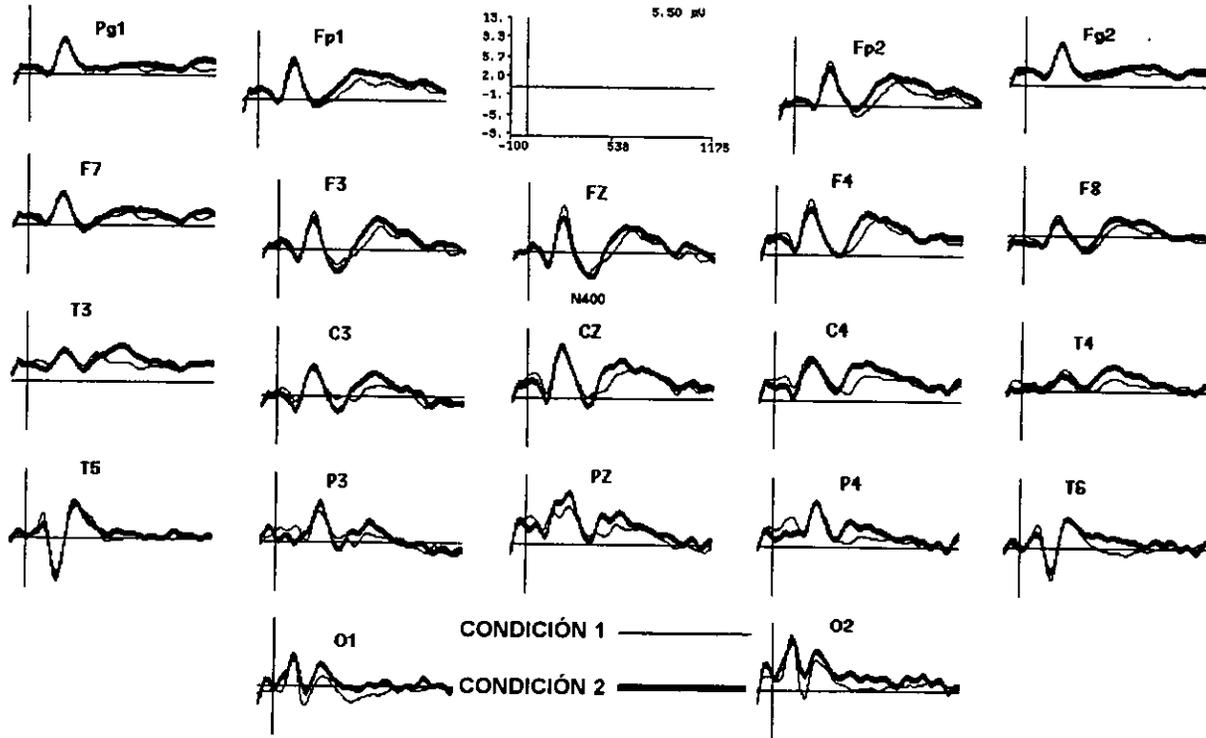


61

Comparación entre condiciones de los PRE: Para el grupo 2, en la tasa de presentación lenta, el efecto N400 fue significativo en las derivaciones F4, Fz y Cz.

GRUPO 3  
CONDICIÓN 1 vs 2  
LENTO

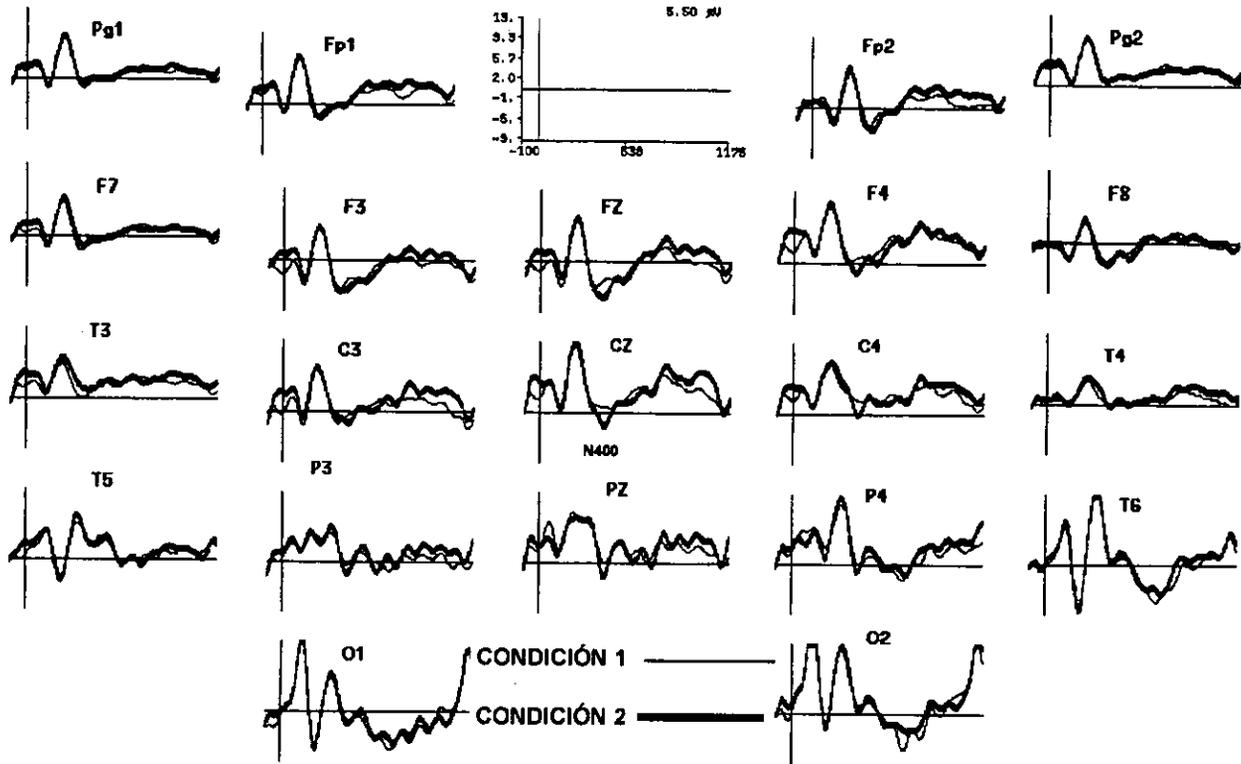
Figura 17



Comparación entre condiciones de los PRE: Para el grupo 3, en la tasa de presentación lenta, el efecto N400 no fue significativo en ninguna derivación.

GRUPO 1  
CONDICIÓN 1 vs 2  
RÁPIDO

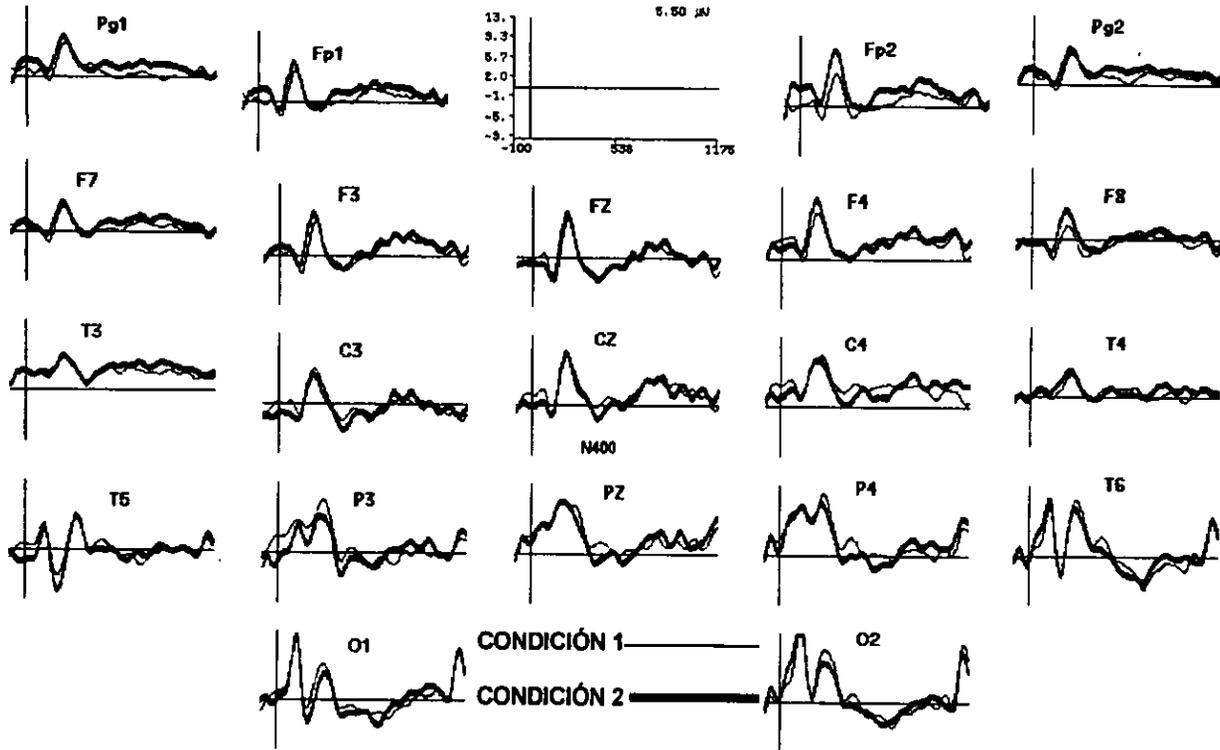
Figura 18



Comparación entre condiciones de los PRE: Para el grupo 1 en la tasa de presentación rápida, el efecto N400 fue significativo en las derivaciones F3, F4, C3, Fz, Cz, y Pz.

**GRUPO 2**  
**CONDICIÓN 1 vs 2**  
**RÁPIDO**

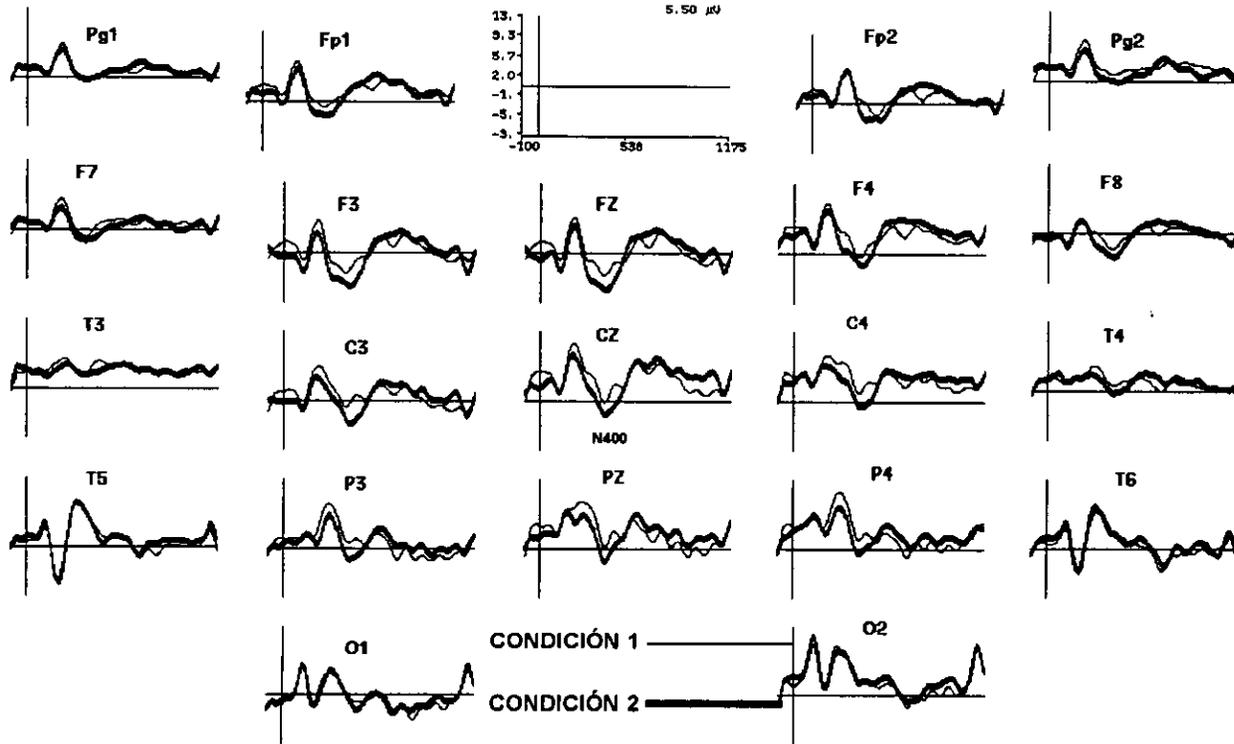
Figura 19



Comparación entre condiciones de los PRE: Para el grupo 2 en la tasa de presentación rápida, si bien puede observarse una tendencia a presentar el efecto N400 en derivaciones centrales y parietales, no se alcanzaron valores significativos.

GRUPO 3  
CONDICIÓN 1 vs 2  
RÁPIDO

Figura 20



Comparación entre condiciones de los PRE: Para el grupo 3 en la tasa de presentación rápida, aunque puede observarse una tendencia al efecto N400 en todas las derivaciones frontales, centrales y parietales, este solo resultó significativo en C3, P3, T3 y T4.

## **Discusión**

### **Medidas Conductuales:**

En este experimento, los niños tuvieron un mayor tiempo de reacción para calificar un enunciado presentado a tasa de presentación rápida o una oración incongruente (excepto en los grupos 2 y 3, en tasa de presentación lenta, donde el mayor tiempo de reacción fue para enunciados congruentes en tasa de presentación lenta). Aunque no se mostró ningún efecto estadísticamente significativo para grupo, se observó una disociación en la distribución de los tiempos de reacción mínimos, pues para la tasa de presentación lenta, los tiempos mínimos fueron para los niños de edad intermedia y en la rápida para los niños de mayor edad en las dos condiciones estudiadas. El grupo de menor edad mostró mayores tiempos de reacción para los enunciados incongruentes en tasa de presentación lenta. El mayor tiempo de reacción en tasa de presentación rápida quizá se deba a que con menor tiempo para comprender los enunciados el niño falle más.

El tipo de enunciados congruentes fue el que causó mayor número de errores en los tres grupos de edad sin importar la tasa de presentación de estimulación. Este fue un hallazgo inesperado, pues se pensaba que los enunciados incongruentes provocarían mayor número de errores o que estos se distribuyeran de manera más uniforme. Aunque no se encontró una explicación adecuada del porqué los tres grupos cometieron más errores en la identificación de enunciados congruentes, esto sugiere que hay que revisarla para detectar posibles fallas en la comprensión de este tipo de enunciados por los niños.

En lo referente a los errores se cumplió la hipótesis de que con la edad disminuye la proporción de error en las dos tasas de presentación y las dos condiciones empleadas en este experimento, dado que el grupo de mayor edad cometió el mínimo de errores y el grupo de menor edad el máximo.

Con respecto a la BTL, las pruebas de velocidad de lectura, tiempo de ordenamiento de enunciados y errores en el ordenamiento de enunciados complejos diferenciaron el desempeño de los tres grupos de edad. Así, en la velocidad de lectura, el grupo de mayor edad fue el más rápido seguido de los grupos de edad intermedia y del de menor edad. También, los errores de ordenamiento disminuyeron significativamente con la edad. El hecho de que en el tiempo de ordenamiento de enunciados el grupo 3 tenga el máximo seguido de los grupos 2 y 1, puede indicar que los niños mayores comprenden mejor los enunciados y toman más tiempo para ordenarlos en forma correcta, lo que se refleja en el menor número de errores para este grupo; en contraste, los niños más pequeños muestran la tendencia exactamente contraria.

Es pertinente señalar que solamente la prueba de velocidad de lectura y las otras pruebas sintácticas mencionadas en el párrafo anterior pudieron diferenciar a los niños, mientras que los otros tipos de pruebas de la BTL, no lo hicieron. Esto está de acuerdo con los resultados obtenidos por Silva et al.(1995) y Rodríguez

(1996), que afirman que la ejecución en estas pruebas esta basada en la capacidad de memoria de trabajo.

En conclusión, se puede decir que las pruebas de velocidad de lectura y sintácticas de la BTL, así como la proporción de errores en la calificación de enunciados que se presentaron a los niños, mostraron un aumento en la habilidad de procesamiento de la lectura con la edad, en tanto que los tiempos de reacción tuvieron un comportamiento más complejo, que mostró que en la tasa de presentación lenta los más rápidos fueron los niños de edad intermedia, y en la rápida los de mayor edad.

### **Medidas Electrofisiológicas:**

#### *Efecto de la edad:*

Algunos estudios realizados con PRE. han reportado una disminución progresiva de amplitud y latencia con la edad, en diferentes componentes como N150, P150 y P200 (Holcomb et al, 1992; Johnson, 1989).

Para el componente P150 se cumplió la hipótesis de disminución de amplitud con la edad. Las diferencias más claras se dieron entre los grupos de menor edad vs los de mayor edad, seguidas de las diferencias entre los grupos de edad intermedia vs los de mayor edad, siendo las más discretas las encontradas entre los grupos de menor edad y de edad intermedia.

Reafirmando esta hipótesis, fue en este componente donde se encontró el mayor número de correlaciones negativas de la amplitud con la edad de los sujetos.

Con respecto a la latencia de P150 se observó cierta tendencia a la disminución con la edad. Si bien, no se obtuvo un efecto claro de grupo, sí se mostró que la latencia de P150 guarda una relación inversa con la edad siendo esto más marcado en la tasa de presentación lenta.

Estos hallazgos están de acuerdo con lo reportado en la literatura (Neville et, al., 1993; Holcomb et al., 1992; Rodríguez et al., 1996), en el sentido de que hay una disminución de la amplitud y de la latencia con la edad, lo que puede ser considerado como un signo electrofisiológico de maduración. P150 se ha relacionado con el procesamiento visual temprano, por lo que se supone que las menores amplitudes y latencias de este componente reflejan una mayor eficiencia en dicho procesamiento. Esto tiene cierta relación con lo que se expone en los modelos de adquisición de lectura (Spear-Swerling y Stenberg, 1994) en donde el procesamiento visual de la palabra es fundamental para la lectura, suponiéndose que con el aumento de edad el procesamiento visual sea más eficiente.

En lo referente a la amplitud del componente N150 se encontró un gradiente con respecto a la edad, pero éste fue inverso a lo esperado, es decir hubo una tendencia a que los grupos de mayor edad presentaran mas negatividad

de este componente; sin embargo, esto no fue muy consistente. En lo que se refiere a su localización se pudo ver que las mayores diferencias estuvieron en regiones posteriores. Esto es congruente con el hecho de que N150 es un componente típicamente visual (Nobre y McCarthy 1995; Curran et al. 1993; Neville et al. 1986), no obstante, a causa de la inconsistencia de los resultados en la amplitud, es difícil poderlos integrar, y no se logró verificar un claro efecto de la edad para este componente.

En lo referente a la latencia de N150, se obtuvo una relación inversa con la edad sobre todo en las derivaciones T5 y T6. Como se ha dicho que éste componente representa una facilitación temprana relacionada con estímulos del lenguaje, se puede pensar que esta disminución de latencia se debe al menor tiempo que requieren los niños mayores para el procesamiento visual de estímulos lingüísticos, esto quizá se deba a su experiencia con la lectura.

Respecto al componente P200, también se cumplió la hipótesis postulada, al mostrarse una relación inversa de la amplitud de este componente con respecto a la edad. Las diferencias más numerosas se dieron entre el grupo de menor edad y el de mayor edad, seguidos de las diferencias entre el grupo de menor edad y el de edad intermedia, y en último lugar entre los grupos edad intermedia y de mayor edad.

En este componente también se observó un buen número de correlaciones negativas de la amplitud con la edad, aunque en menor número de derivaciones que las de P150.

En relación con la latencia de P200, también se observó la tendencia a la disminución de latencia con la edad, sobre todo para la tasa de presentación rápida en regiones frontales y centrales.

Si P200 está relacionado con un proceso de atención (Stelmach 1988 y Johnson 1989), puede pensarse que su disminución en amplitud y latencia constituye otro signo electrofisiológico de que el proceso de atención durante la lectura se vuelve más eficiente. Dicha eficiencia puede implicar que el niño paulatinamente requiera de menor esfuerzo para la decodificación de palabras por lo que es posible que esta mayor eficiencia provoque un cambio en la distribución de los recursos mentales, así, en las primeras etapas de adquisición de la lectura, el niño invertiría una gran cantidad de recursos en la atención requerida para decodificar, mientras que en etapas posteriores liberaría estos recursos para utilizarlos más en los procesos de comprensión. Esta tendencia probablemente tiene que ver con la evolución de la distribución ontogénica de los errores en la tarea de lectura de enunciados empleada en este experimento. Estos hallazgos podrían coincidir con el paso del reconocimiento controlado de la palabra al reconocimiento automático de la palabra (Spear-Swerling y Sternberg, 1994).

Tanto Holcomb et al., (1992) como Neville et al. (1993) señalan que con la edad la amplitud de N400 va disminuyendo (se hace menos negativa) y que una mayor amplitud de este componente se relaciona con una menor habilidad de integración del léxico. En niños con deficiencia en la lectura estudiados por Rodríguez et al. (1996) no se pudo comprobar este hallazgo, y en el presente estudio no hay evidencia de que una menor edad se acompañe de mayor amplitud

de N400, las pocas relaciones significativas encontradas sugieren más bien lo contrario, es decir que los grupos de mayor edad mostraron mayor negatividad que los de menor edad. Por otra parte, el análisis de correlación señala la misma tendencia pero son muy pocas las observaciones que alcanzaron significancia estadística, por lo que concluir que la amplitud de N400 aumenta con la edad requeriría en principio de una muestra mayor de niños, y más estudios al respecto.

En lo referente a la latencia de N400 no se pudo obtener un patrón consistente, sin embargo, el análisis de la duración de la onda N400 en Cz aunque es limitado, si mostró claramente una relación directa de la duración de N400 con la edad. Esto sugiere posiblemente que la mayor duración de N400 pueda reflejar un proceso de integración del léxico más duradero y quizás por ello más útil para el análisis del lenguaje.

Por otra parte, cabe hacer mención que nuestros resultados concuerdan en parte con los reportados por González-Garrido et al. (1997) quienes utilizando un paradigma de pares de palabras en 3 grupos de niños de diferente edad para provocar la N400, no obtuvieron diferencias significativas intergrupales en la amplitud, sino más bien diferencias importantes en la latencia de inicio de la onda N400, encontrando que a mayor edad, el inicio de la onda ocurre más temprano; además, aunque no lo discuten en el artículo, se infiere de sus figuras que la duración de N400 aumenta con la edad.

Así nuestro hallazgo junto con el de González-Garrido et al. (1997), de que el mejoramiento en las habilidades en la lectura se refleje en una mayor duración de N400 y no en su menor amplitud, podría relacionarse con un proceso de integración del léxico que dura más tiempo y quizá por ello sea más eficiente. Consideramos que será necesario elaborar más estudios para establecer la consistencia de estos hallazgos.

#### Efecto de la Tasa de presentación:

La hipótesis inicial era que la tasa de presentación modificaría los PRE en los niños. Específicamente, se pensó que los tres grupos, - aunque en especial los dos de menor edad- mostrarían mayores amplitudes y latencias de todos los componentes al pasar de la estimulación lenta a la rápida, como un signo electrofisiológico de mayor esfuerzo en todos los procesos estudiados aquí: procesamiento visual temprano (P150), anticipación para procesar estímulos lingüísticos (N150), atención (P200) y la integración del léxico (N400).

Nuestros resultados sugieren que la diferente tasa de presentación de estimulación modifica las respuestas a la lectura en los niños, que a diferencia de lo reportado para los adultos (Kutas et al., 1988), aún no adquieren estabilidad en estos procesos.

Sin embargo, los cambios que se dieron en cada grupo de edad fueron variados y difíciles de integrar en un patrón coherente. Así, para el grupo de menor edad se tuvo que fue el que presentó un mayor número de cambios al aumentar la tasa de presentación. Para los componentes P150, N150 y P200 se observa una

tendencia a que las mayores amplitudes de estos componentes se presenten en la tasa de presentación lenta, en cambio para el N400 la mayor negatividad se presenta en la tasa de presentación rápida. Tratando de encontrar una explicación a este comportamiento, se tomó en cuenta la ejecución de los niños de este grupo en la tarea de lectura de enunciados, notando que la tasa de presentación *lenta* benefició sus resultados. Una posible explicación es que la tasa de presentación rápida lleva a este grupo a sus límites, de modo que aunque pueden leer cometen **más** errores, es decir, sus procesos para la lectura son menos efectivos durante la **estimulación** rápida, quizá esto se puede reflejar en una menor amplitud de los componentes P150 y P200 durante la tasa de presentación rápida comparada con la lenta. Sin embargo, no sucede lo mismo con N400, que en gran número de derivaciones, mostró mayor negatividad durante la estimulación rápida. Si como sugieren nuestros resultados, esto es signo de una mejor integración del léxico, tendríamos que decir que no es compatible con el desempeño conductual de los niños respecto a sus tiempos de reacción. Alternativamente, si como señalan Holcomb et. al. (1992) y Neville et. al. (1993) una mayor amplitud de N400 es signo de mayor dificultad de integración del léxico, nuestros hallazgos sugerirían que durante la estimulación rápida la integración del léxico es más difícil para este grupo y ello explica sus peores resultados conductuales durante este tipo de estimulación.

Respecto al grupo de edad intermedia, se encontraron cambios en la dirección esperada para los componentes P150 y N150 (en éste último sobre todo en regiones frontales), cambios inconsistentes para P200, y mayor negatividad de N400 para la tasa de presentación rápida en región frontal que aunque significativa, resultó a nuestro criterio muy parecida a la obtenida para la tasa de presentación lenta (es decir que la diferencia es muy discutible). En cambio, fue notable que conductualmente (tiempos de reacción), este grupo tuvo los mejores resultados en la lectura de enunciados con la tasa de presentación lenta, y la amplitud de N400 en regiones frontales para los enunciados incongruentes en esta tasa de presentación, es notablemente más negativa que para los de la estimulación rápida, aunque no hayan alcanzado significancia. Por esto, podemos decir que los menores tiempos de reacción en tasa de presentación lenta de este grupo, se acompañaron de mayor negatividad de N400 para esta tasa de presentación en regiones frontales.

El grupo de mayor edad prácticamente se mantuvo estable para los componentes P150 y N150, y mostró un aumento en la amplitud de P200 para la estimulación rápida en Fz, Cz y derivaciones temporales, sin embargo inexplicablemente, se encontró el comportamiento contrario en las derivaciones frontales. Para N400 hubo un claro aumento de amplitud en la tasa de presentación rápida en regiones centrales y Pz. Conductualmente (tiempos de reacción), el mejor desempeño de este grupo se dio en la tasa de presentación rápida, lo que aunado a que mostraron la mejor comprensión de la lectura, podría reflejarse en que este fue el único grupo en que aumenta selectivamente la amplitud de P200 (exceptuando lo ocurrido en derivaciones frontales) y N400 en

forma localizada; también N400 aparece en regiones como las que se han descrito para el adulto.

Es de notarse que la mayor amplitud de N400 durante la tasa de presentación rápida, se va presentando con distinta distribución en cada grupo de edad. En el grupo de menor edad el fenómeno se distribuye en regiones frontales centrales, temporales anteriores y parietales, mientras que en los otros dos, el fenómeno se localiza a región frontal en el grupo de edad intermedia y a región central y Pz en el grupo de mayor edad.

Podemos concluir que aunque el grupo de menor edad fue el que presentó cambios en un mayor número de componentes y regiones y los dos grupos restantes tienden a ser más estables, será necesario elaborar otros estudios para establecer la consistencia de estos hallazgos. Lo mismo se aplica para el hallazgo de que una mejor ejecución conductual en una tasa de presentación determinada se relaciona con una mayor negatividad de N400.

#### *Efecto de la Condición:*

El objetivo inicial fue obtener un efecto N400 - nombre que recibe la mayor negatividad de N400 a la respuesta incongruente comparada con la congruente- y estudiar su comportamiento en los tres grupos. En general, se observó un efecto N400 relativamente débil en los tres grupos.

Para el grupo de menor edad se encontró efecto N400 en derivaciones izquierdas para incongruencias directas en la tasa de presentación lenta, y -sorprendentemente- un patrón con más derivaciones (sobre todo centrales y frontales) para este tipo de incongruencias en la tasa de presentación rápida. Este hallazgo es difícil de explicar si se tiene en cuenta que el desempeño en la lectura de enunciados de este grupo tuvo más errores en la tasa de presentación rápida, lo que podría significar que la magnitud de N400 no necesariamente está en relación con la comprensión y calificación de enunciados, o alternativamente, que en dicha tarea intervienen adicionalmente otros factores que no estemos considerando.

El grupo de edad intermedia se caracterizó por el menor efecto N400 ya que solo lo presentó en derivaciones frontales y Cz en la tasa de presentación lenta, no lo presentó para la tasa de presentación rápida. Una vez más, reiteramos que este grupo tuvo su mejor desempeño en la lectura de enunciados para la tasa de presentación lenta y posiblemente su correlato sea la presencia del efecto N400 aunque sea en un número reducido de derivaciones.

El grupo de mayor edad, presentó características opuestas al grupo de edad intermedia, ya que mostró efecto N400 solamente para la tasa de presentación rápida y no para la lenta. Este efecto se dio en derivaciones izquierdas, si bien puede considerarse que predominó el efecto en las derivaciones posteriores. Lo dicho para el grupo de edad intermedia se aplicaría al grupo de mayor edad solo que con la tasa de presentación rápida. Hay que notar que este grupo en lo que se refiere al Coeficiente Intelectual Verbal fue el que tuvo

el puntaje más bajo sin dejar de entrar en los rangos de normalidad, lo cual quizá pueda explicar que su efecto N400 fue muy débil.

Los hallazgos en el efecto condición nos hacen reflexionar si el análisis del lenguaje en el grupo de niños estudiado concuerda con los reportes de la literatura sobre el comportamiento en la lectura a esta edad. Por ejemplo, los resultados conductuales apoyan que los enunciados fueron correctamente identificados como congruentes o incongruentes - quizá la excepción serían las congruentes por el elevado número de errores que todos los grupos cometieron al identificarlas-, sin embargo, si nos basamos en las medidas de los potenciales, una explicación posible de la debilidad del efecto N400 en los tres grupos es que los enunciados no les parecen suficientemente distintos entre sí, es decir hay alguna dificultad para identificar correctamente el enunciado. Aunque se ha postulado que la magnitud de N400 se relaciona con el comportamiento en la lectura, ¿cuál es esa relación?. Algunos postulan que la disminución en magnitud es correlato de mejor integración del léxico, los hallazgos de este experimento hacen vislumbrar que quizá en estos grupos de edad sea al revés. Posiblemente la calificación de los enunciados implique otros mecanismos adicionales a la integración del léxico que pudieran compensar las deficiencias supuestas en estos niños durante el mencionado proceso. Esta compensación explicaría los resultados conductuales. ¿cuáles pudieran ser esos procesos que no estamos tomando en cuenta y que compensan la calificación de enunciados?. Hay que considerar la relativa debilidad del efecto N400 para la explicación de los efectos de edad y de tasa de presentación. En esta explicación también consideramos el tamaño pequeño de la muestra, lo que dificulta obtener resultados estadísticamente significativos ante cambios tan sutiles entre las condiciones estudiadas.

## CONCLUSIONES

Los resultados conductuales mostraron que con el aumento de la edad se tiende a cometer menos errores en la lectura, aún en la tasa de presentación rápida, reforzando este hecho se observó que el grupo de mayor edad fue el más rápido, seguido del grupo de edad intermedia y después el grupo de menor edad y sin que sea relevante alguna de las condiciones aquí estudiadas (congruente, incongruente); sin embargo, esto es independiente del tiempo de reacción, en la BTL el tiempo de ordenamiento fue mayor para el grupo de mayor edad, seguido del grupo de edad intermedia y por último el grupo de menor edad, pero en los errores de ordenamiento ocurrió la tendencia contraria, lo que puede indicar que los niños mayores tienen una mejor comprensión de la lectura aunque se tomen más tiempo.

En lo referente a los potenciales relacionados con eventos, los componentes P150 y P200 mostraron una relación inversa de la amplitud con respecto a la edad; es decir a mayor edad menor amplitud, lo que puede interpretarse como una mayor eficiencia del proceso visual temprano (P150) y una paulatina disminución de los requerimientos de atención que demanda la lectura (P200).

En el caso de N150 y N400, su comportamiento no fue tan claro; sin embargo, es importante mencionar que se encontró cierta tendencia al aumento de la amplitud y la duración de N400 con la edad y probablemente esto sea indicativo de mejoramiento de las habilidades en la lectura.

En lo que se refiere a la tasa de presentación los resultados indicaron que la diferente tasa de presentación de los estímulos modifica los PRE de la lectura en los niños; sin embargo, los cambios que se dieron en cada grupo fueron variados por lo que fue difícil integrarlos. El grupo de menor edad fue el que presentó más cambios, mostrando mayor amplitud de P150, N150 y P200 con la presentación lenta mientras que los grupos de edad intermedia y de mayor edad se mostraron más estables, para el caso de N400 en el grupo de edad intermedia y de mayor edad existió una relación inversa entre la amplitud de N400 y el tiempo de reacción en la tasa de presentación en la que existió el mejor desempeño.

El efecto N400 (la mayor negatividad de N400 a la respuesta incongruente comparada con la congruente) fue débil en los tres grupos (sobre todo en el grupo de edad intermedia) existiendo una relación de que, a menor tiempo de reacción, mayor fue el efecto N400.

Podemos decir que la primera hipótesis se cumplió parcialmente, ya que N400 tuvo el comportamiento contrario a lo esperado en cuanto a amplitud; sin embargo, su duración mostró un aumento con la edad, que puede relacionarse a un mejor desempeño en la lectura. La segunda hipótesis se cumplió en cierto grado, sobre todo en los grupos de edad intermedia y de mayor edad, encontrándose una relación inversa entre la amplitud de N400 y los tiempos de reacción, en la tasa de presentación en la cual los niños obtuvieron los mejores resultados.

## **BIBLIOGRAFIA**

- 1) Anderson, D. Brown, C. and Tallal, P. Developmental language disorders evidence for a basic processing deficit. *Current Opinion in Neurology and Neurosurgery*, 6, 98-106. 1993.
- 2) Azcoaga, J. E. et al. Las funciones cerebrales superiores y sus alteraciones en el niño y el adulto. 1ª ed. Ed. Paidós, Buenos Aires, Argentina, 1985.
- 3) Bogacz Jaime et al. Los potenciales evocados en el hombre. 1ª ed. El Ateneo, Argentina, 1985.
- 4) Brown, C. and Hagoort, P. The processing nature of the N400: Evidence from masked priming. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 5 (1), 34-44. 1993.
- 5) 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.
- 6) Chall J. Learning to read. The great debate. New York. Mc. Graw Hill. 1967.
- 7) Chwilla D., Brown C., and Hagoort P. The N400 as a function of the level of processing. *Psychophysiology*, 32, 274-285. 1995.
- 8) Davidson J. E. y Sternberg R.J. The role of insight in intellectual giftedness. *Gifted Child Quarterly*, 28, 58-64. 1984.
- 9) Ellis A. W. y Young A.W., *Neuropsicología Cognitiva Humana*. Editorial Masson. España. 1988, pp 223-229.
- 10) Fodor, J. Modularity of mind. Cambridge, Massachusetts Institute of Technology Press. U.S.A. 1983.
- 11) Fischler I., Childers D.G., Achariyapaopan T. and Perry N. W. Jr. Brain potentials during sentence verification: Automatic aspects of comprehension. *Biological Psychology*, 21, 83-106. 1985.
- 12) Galán, L., Biscay, R., Rodríguez, J., Pérez-Abalo, M., Rodríguez R. Testing topographic differences between event-related brain potentials by using non-parametric combinations of permutation test. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 102, 240-247. 1997.
- 13) González-Garrido A. A., Oropeza De Alba J. L. , Riestra Castañeda R., Riestra Castañeda J. M., Pérez Avalos M. C. y Valdés Sosa M. Event Related Brain Potentials to Semantically Incongruent Words in Children of Different Ages, *Archives of Medical Research*, 28, (1), 109-113. 1997.
- 14) 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.
- 15) 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. 1988.

- 16) Harter, M. R., Anllo-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. 1988.
- 17) Hillyard S. A., Picton T.W., *Electrophysiology of human cognition*. In *Handbook of physiology*. Ed. American Physiological Society. 1987. pp 516-572.
- 18) Holcomb, P. J. Semantic priming and stimulus degradation: Implications for the role of N400 in language processing. *Psychophysiology*, 30, 47-61. 1993.
- 19) Holcomb, P. J. Automatic and attentional processing: An event-related brain potential analysis of semantic priming. *Brain and Language*, 35, 66-85. 1988.
- 20) 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.
- 21) 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.
- 22) Hurford, D. P., Schaul J., D., Bunce, L., Blaich, T., and Moore, K., Early identification of children at risk for reading disabilities. *Journal of Learning Disabilities* 27, (6), 371-382. 1994.
- 23) Johnson Jr. R. Developmental evidence for modality-dependent P300 generators: A normative study. *Psychophysiology*, 26, 651-667. 1989.
- 24) 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.
- 25) Kintsch, W. The use of knowledge in discourse processing: A construction-integration model. *Psychological Review*, 95, 163-182. 1988.
- 26) Kutas, M. and Hillyard, S. Reading between the lines: Event-related potentials during natural sentence processing. *Brain and Language*. 11, 354-373. 1980.
- 27) Kutas, M. and Hillyard, S. Reading senseless sentences: Brain potentials reflect semantic incongruity. *Science*, 207, 203-205. 1980.
- 28) Kutas, M. and Hillyard, S. Brain potentials during reading reflect word expectancy and semantic association. *Nature* 307, 161-163. 1984.
- 29) Kutas M., Van Peten C. Event -Related Brain Potential. *Studies of Language*. In P. Ackles, J. Jennings and M. Coles (eds). *Advances in Psychophysiology* vol. 3 pp 131-167, Greenwich, JAI press. 1988.
- 30) Kutas M., Van Peten C., Besson N.. Event-related potentials asymmetries during the reading of sentences. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology* 69, 218-223. 1988.
- 31) Licht R., Bakker D., Kok A., and Brown A.. Development of lateral event-related potentials (ERPs) related to word naming: A four year longitudinal study. *Neuropsychologia*, 26: 327-340. 1988.
- 32) 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.

- 33) Lyon, R. Subgroups of learning disabled readers: Clinical and empirical identification. In H.R. Mykelbust (Ed.). *Progress in learning disabilities*. vol. 5 New York, Grune and Stratton. 1982.
- 34) Mangun G. R. Neural mechanisms of visual selective attention. *Psychophysiology* 32, 4-18. 1995.
- 35) Morton J., Reconocimiento de palabras. En: Valle F., Cuetos F., Igoa J. M. y Del Viso S. *Lecturas de Psicolingüística 1.- Comprensión y Producción del Lenguaje*. Alianza Editorial, Madrid, pp 99-137. 1990.
- 36) Neuroscan. Gen task user guide. Stim Version. Neurosoft Inc. U.S.A. pp32. 1990.
- 37) 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.
- 38) 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.
- 39) 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.
- 40) 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 (2), 235-253. 1993.
- 41) Nobre A. C. and McCarthy G. Language-Related ERPs: Scalp Distributions and Modulation by Word Type and Semantic Priming. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 6 (3), 233-255. 1995.
- 42) Rayner, K. and Pollatsek, A. *The Psychology of Reading*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ. 1989.
- 43) Regiosa B., Pérez M.C., Manzano M. y Antelo M. Sistema automatizado para explorar la lectura en escolares de habla hispana. *Rev. Latina de Pensamiento y Lenguaje* 2, 141-160. 1994.
- 44) Rodríguez Mario, Potenciales relacionados con eventos visuales durante la lectura en niños lectores deficientes y lectores normales, Tesis de Doctorado en Ciencias Fisiológicas. U.N.A.M. 1995.
- 45) Rodríguez M., Bernal J., Harmony T., Silva J., Fernández T., Yañez G., Rodríguez H., Guerrero V., Reyes A., Marosi E. Galán L. Event related potentials during reading in poor readers and in normal children. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*. In press. 1996.
- 46) Rugg, M. and Doyle, M. Event-related potentials and recognition memory for low and high frequency words. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 4, 68-79. 1992.
- 47) Rumelhart D. Notes on a schema for stories. In: D. G. Bobrow and A. Collins (Eds.). *Representation and understanding*. Studies in Cognitive Science. San Diego Academic. pp 40-82. 1975.
- 48) Silva Pereyra J.F. Estudio de los Potenciales Relacionados a Eventos en Niños con Diferente Desempeño en la Lectura Durante Tareas de Memoria de

- Trabajo y Memoria a Corto Plazo. Tesis de Maestría en Neurociencias. E.N.E.P. Iztacala, U.N.A.M. 1995.
- 49) Silva J., Harmony T., Bernal J., Fernández T., Rodríguez M., Reyes A., Marosi E., Yañez G., Guerrero V., Rodríguez H., y Rodríguez M.T., Comparación entre las habilidades en la lectura de dos grupos con diferente desempeño académico. *Rev. Latina de Pensamiento y Lenguaje* 3(1), 65-81. 1995.
  - 50) Spear-Swerling, L. and Sternberg, R.J. The road not taken: An integrative theoretical model for reading disability. *Journal of Learning Disabilities*, 27 (2): 91-122. 1994.
  - 51) Stanovich K. E. 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.
  - 52) Stanovich K. E. , Matthew effects in reading. Some consequences of individual differences in the acquisition of literacy. *Reading Research Quarterly* 21: 360-406. 1986.
  - 53) Stelmack, R., Saxe, B., Noldy-Cullum, N., Campbell, K. and Armitage, R. Recognition memory for words on event-related potentials. A comparison of normal and disabled readers. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*. 10 (2), 185-200. 1988.
  - 54) Vega de, M., Carreiras, M., Gutiérrez-Calvo, M y Alonso-Quecuty, M. *Lectura y Comprensión. Una perspectiva cognitiva*. Alianza Editorial, S.A., Madrid, 1990.