



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Estudio electrofisiológico del desarrollo del procesamiento léxico y fonológico

Dra. Vicenta Reynoso Alcántara



Ciencia Nueva
doctorados UNAM

Dr. Jorge Bernal Hernández
Asesor

*A mi madre, mi hermana y mi esposo,
que con su ejemplo, apoyo y amor,
me han guiado y acompañado por este camino.*

AGRADECIMIENTOS

Agradezco infinitamente:

A las autoridades de la UNAM y de la FES-Iztacala, por el apoyo institucional que me brindaron.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y al programa de Fomento a la Graduación, por el apoyo económico brindado durante mis estudios de doctorado.

A mis tutores, el Dr. Jorge Bernal Hernández, la Dra. Thalía Fernández Harmony, la Dra. Irma Yolanda del Rio Portilla, el Dr. Mario Arturo Rodríguez Camacho y el Dr. Juan Felipe Silva Pereyra, que han trabajado todo este tiempo a mi lado, me han tenido toda la paciencia posible y han guiado en todo momento mi desarrollo académico.

A todos los profesores y miembros del Laboratorio de Neurometría de la FES-Iztacala, Dra. Belén Prieto, Mtra. Ma. Lourdes Luviano, Dra. Erzsébet Marosi, Dra. Guillermina Yáñez, Dr. Jorge Bernal, Dr. Mario Arturo Rodríguez, Dr. Juan Felipe Silva, Dr. Vicente Guerrero, que desempeñaron un papel muy importante en mi formación académica, ofreciéndome su conocimiento y experiencia.

A Saraí Martínez y Miguel Quezada, que apoyaron mi trabajo en la difícil tarea de la recolección de los datos.

A todos los niños y los adultos que participaron en los experimentos, ya que sin ellos, este trabajo no existiría.

A todos aquellos que en este tiempo se convirtieron en mis amigos y me acompañaron en todos los momentos difíciles y no difíciles: Marcela, Eli, Lulú, Belén, Sara, Miguel, Juan, Jorge, Mario.

A todos mis compañeros del doctorado, que han vivido conmigo esta experiencia.

A mi esposo, mi madre y mi hermana, por todo el apoyo, la paciencia y el amor que me han dado todo este tiempo.

RESUMEN

Se sabe que el procesamiento fonológico antecede al léxico durante el aprendizaje de la lectura y que al automatizarse las habilidades de decodificación, este último adquiere mayor relevancia. No obstante, no existe suficiente evidencia experimental que marque el punto en el desarrollo en que se da esta transición. Mediante los potenciales relacionados con eventos (PRE) es posible determinar si un estímulo lingüístico es procesado preferentemente por sus características fonológicas o lexicales. Se han descrito dos componentes de los PRE relacionados con dichos procesos: la N400 que es modulada por diferencias en las características léxicas de los estímulos y la N450 por diferencias fonológicas. En el presente trabajo se estudió el procesamiento léxico y fonológico involucrados en la lectura. Se utilizaron medidas conductuales y electrofisiológicas en un grupo de niños lectores principiantes (LP), uno de niños lectores con experiencia media (LEM) y un grupo de adultos (ADU), durante la ejecución de dos tareas en las que se manipulan características fonológicas (rima/no-rima) y léxicas (palabra-pseudopalabra). Con la finalidad de poner en competencia el procesamiento de ambos tipos de características y determinar el tipo de procesamiento predominante durante la lectura en cada grupo, se hizo énfasis en un tipo de característica en cada tarea (tarea de decisión fonológica -TF- y tarea de decisión léxica -TL-) En la TF se presentó un efecto de facilitación fonológica similar para los tres grupos en la ventana del componente N450 (V300-400) y un efecto de interferencia léxica en el grupo de LP. Para la TL se observó un efecto de facilitación léxica en los tres grupos en V300-400, un efecto de interferencia fonológica en el grupo de LP y un efecto de facilitación fonológica en el grupo de ADU. El desempeño es mejor en los grupos mayores en ambas tareas. Se concluye que en el grupo de LP las características fonológicas y léxicas de los estímulos demandan ser atendidas en ambas tareas reflejándose en un bajo desempeño comparado con los otros grupos. El grupo de LEM puede centrar su atención en las características relevantes para cada tarea, pero su desempeño no es tan eficiente como el de los ADU. El grupo de ADU controla las habilidades fonológicas y léxicas, atiende a las características relevantes en cada tarea y tiene un buen desempeño.

ABSTRACT

It is known that phonological processing precedes the lexical during learning to read, therefore when decoding skills become automatic, lexical processing acquires greater significance. However, the specific point on development that represents transition from phonological abilities to direct word recognition remains elusive. Using the event related potentials (ERP) technique is possible to determine whether a linguistic stimulus is processed by phonological or lexical features. There are two ERP components related to these processes: the N400 which is modulated by differences in the lexical characteristics of the stimuli and the N450 which is influenced by phonological characteristics. The aim of this study was to analyze the level of participation of phonological and lexical factors during word reading in subjects with different levels of reading skills: beginning readers (BR), experienced young readers (ER) and adults (ADU). In order to create interference and force the subjects to make their decisions, every stimulus was manipulated to represent both riming and lexical features and phonological decision task with lexical interference -PT- and lexical decision task with phonological interference -LT- were designed. In the PT all three groups showed a phonological priming effect on N450 window (V300-400), and a lexical interference in the BR. In the LT all three groups showed a lexical priming effect on V300-400, a phonological interference in the BR, and a phonological priming effect in the ADU. There was a better performance in both tasks in the ER than in BR, and in the ADU than in both children groups. We conclude that in the BR, both phonological and lexical features of the stimuli demand attention and this is reflected in poor performance on both tasks. The ER can focus on the relevant features of the stimuli on each task, but its performance is not as efficient as the ADU. ADU controls the lexical and phonological skills, so they pay attention to the relevant features in both tasks and have a good performance.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
PROCESOS INVOLUCRADOS EN LA LECTURA.....	1
<i>Procesos Perceptivos</i>	2
<i>Proceso Léxico</i>	3
<i>Procesamiento Sintáctico</i>	6
<i>Procesamiento Semántico</i>	7
<i>Procesamiento Fonológico</i>	7
ÁREAS CEREBRALES RELACIONADAS CON EL PROCESO DE LECTURA.....	10
ETAPAS DE LA ADQUISICIÓN DE LA LECTURA	14
<i>Etapa Logográfica</i>	14
<i>Etapa Alfabética</i>	15
<i>Etapa Ortográfica</i>	15
POTENCIALES RELACIONADOS CON EVENTOS Y PROCESAMIENTO LÉXICO Y FONOLÓGICO.....	16
<i>El Método de los Potenciales Relacionados con Eventos</i>	16
<i>Estudios de PRE en Adultos</i>	18
<i>Estudios de PRE en Niños</i>	25
JUSTIFICACIÓN.....	29
OBJETIVOS	32
OBJETIVO GENERAL	32
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	32
HIPÓTESIS	33
TAREA DE DECISIÓN FONOLÓGICA	33
TAREA DE DECISIÓN LÉXICA	34
MÉTODO.....	36
SUJETOS	36
<i>Criterios de Inclusión</i>	36
<i>Criterios de Exclusión</i>	37
<i>Criterios de Eliminación</i>	37
<i>Instrumentos</i>	37
<i>Aplicación de las Evaluaciones</i>	38
<i>Características de la muestra</i>	38
RECOLECCIÓN DE DATOS	41
<i>Estímulos</i>	41
Características de las palabras.....	42
Tarea de Decisión Fonológica	43
Tarea de Decisión Léxica.....	43
Configuración y Presentación de los Estímulos	44
<i>Método de Registro de los PRE</i>	45
<i>Registros Conductuales</i>	45
ANÁLISIS DE DATOS.....	45
<i>Análisis Conductual</i>	46
<i>Análisis Electrofisiológico</i>	46
<i>Ventanas de análisis</i>	46

RESULTADOS	49
EJECUCIÓN EN LAS TAREAS	49
<i>Resultados Conductuales</i>	49
<i>Componentes del PRE</i>	51
TAREA DE DECISIÓN FONOLÓGICA	58
Comparaciones Intragrupo.....	58
Rima vs. No-Rima en la TF.....	62
Palabra vs. Pseudopalabra en la TF	66
Comparaciones entre grupos.....	67
Datos conductuales.....	70
Datos electrofisiológicos	71
TAREA DE DECISIÓN LÉXICA	73
Comparaciones Intragrupo.....	73
Palabra vs. Pseudopalabra en la TL	77
Rima vs. No-Rima en la TL	79
Comparaciones entre grupos.....	80
Datos conductuales.....	83
Datos electrofisiológicos	84
DISCUSIÓN.....	86
<i>Tarea de Decisión Fonológica</i>	87
Diferencias entre Rima y No-rima	87
Influencia del Tipo de Palabra.....	89
<i>Tarea de decisión Léxica</i>	94
Diferencias entre Palabra y Pseudopalabra	94
Influencia de Rima y No-rima.....	97
CONCLUSIONES	101
REFERENCIAS	103

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Modelo compuesto para el reconocimiento de palabras escritas propuesto por Ellis y Young (1988).....	4
Figura 2. Secuencia y tiempo de presentación de los estímulos.	44
Figura 3. Representación de las regiones que se agrupan en la interacción Anteroposterior1 x Anteroposterior2.	48
Figura 4. Grandes promedios en la tarea fonológica del grupo de lectores principiantes, en F3, Fz, F4, C3, Cz, C4, P3, Pz, P4, O1, Oz y O2 de los PREs en los blancos: palabra rima (línea negra continua), palabra no rima (línea negra discontinua), pseudopalabra rima (línea roja continua) y pseudopalabra no rima (línea roja discontinua).....	52
Figura 5. Grandes promedios en la tarea fonológica del grupo de lectores con experiencia media., en F3, Fz, F4, C3, Cz, C4, P3, Pz, P4, O1, Oz y O2 de los PREs en los blancos: palabra rima (línea negra continua), palabra no rima (línea negra discontinua), pseudopalabra rima (línea roja continua) y pseudopalabra no rima (línea roja discontinua).	53
Figura 6. Grandes promedios en la tarea fonológica del grupo de adultos, en F3, Fz, F4, C3, Cz, C4, P3, Pz, P4, O1, Oz y O2 de los PREs en los blancos: palabra rima (línea negra continua), palabra no rima (línea negra discontinua), pseudopalabra rima (línea roja continua) y pseudopalabra no rima (línea roja discontinua). La escala utilizada en esta figura es menor a la escala de las figuras 4 y 5 debido a las diferencias en la amplitud entre niños y adultos.....	54
Figura 7. Grandes promedios en la tarea léxica, del grupo de lectores principiantes, en F3, Fz, F4, C3, Cz, C4, P3, Pz, P4, O1, Oz y O2 de los PREs en los blancos: palabra rima (línea negra continua), palabra no rima (línea negra discontinua), pseudopalabra rima (línea roja continua) y pseudopalabra no rima (línea roja discontinua).....	55
Figura 8. Grandes promedios en la tarea léxica, del grupo de lectores con experiencia media, en F3, Fz, F4, C3, Cz, C4, P3, Pz, P4, O1, Oz y O2 de los PREs en los blancos: palabra rima (línea negra continua), palabra no rima (línea negra discontinua), pseudopalabra rima (línea roja continua) y pseudopalabra no rima (línea roja discontinua).	56
Figura 9. Grandes promedios en la tarea léxica del grupo de adultos, en F3, Fz, F4, C3, Cz, C4, P3, Pz, P4, O1, Oz y O2 de los PREs en los blancos: palabra rima (línea negra continua), palabra no rima (línea negra discontinua), pseudopalabra rima (línea roja continua) y pseudopalabra no rima (línea roja discontinua). La escala utilizada en esta figura es menor a la escala de las figuras 4 y 5 debido a las diferencias en la amplitud entre niños y adultos.....	57
Figura 10. Diferencias en la tarea fonológica en la amplitud de la ventana V300-400 entre rima (R+) y no-rima (R-) del grupo niños lectores principiantes (LP) en las regiones anterior izquierda (F3-C3), anterior línea media (Fz-Cz), anterior derecha (F4-C4), posterior izquierda (P3-O1), posterior la línea media (Pz-Oz) y posterior derecha (P4-O2).	64
Figura 11. Diferencias en la tarea fonológica en la amplitud de la ventana V300-400 entre rima (R+) y no-rima (R-) del grupo niños lectores con experiencia media (LEM) en las	

regiones anterior izquierda (F3-C3), anterior línea media (Fz-Cz), anterior derecha (F4-C4), posterior izquierda (P3-O1), posterior la línea media (Pz-Oz) y posterior derecha (P4-O2). 64

Figura 12. Diferencias en la tarea fonológica en la amplitud de la ventana V300-400 entre rima (R+) y no-rima (R-) del grupo adultos (ADU) en las regiones anterior izquierda (F3-C3), anterior línea media (Fz-Cz), anterior derecha (F4-C4), posterior izquierda (P3-O1), posterior la línea media (Pz-Oz) y posterior derecha (P4-O2). 65

Figura 13. Diferencias en la tarea fonológica en la amplitud de V300-400 entre pseudopalabra rima (SR+) y pseudopalabra no-rima (SR-), en las regiones frontal, central y parietal del grupo de niños lectores principiantes (LP). 65

Figura 14. Diferencias en la tarea fonológica en el tiempo de reacción (TR) en las condiciones de rima (R+) y no-rima (R-) de los tres grupos (niños lectores principiantes LP, niños lectores con experiencia media LEM y adultos ADU) 70

Figura 15. Diferencias en la tarea fonológica en la amplitud de la ventana N1 entre grupos (niños lectores principiantes LP, niños lectores con experiencia media LEM y adultos ADU), en las condiciones de palabra y pseudopalabra en las regiones posterior izquierda (P3-O1) posterior línea media (Pz-Oz) y posterior derecha (P4-O2). 71

Figura 16. Diferencias en la tarea léxica en la amplitud de la ventana V300-400 del grupo niños lectores principiantes (LP) entre palabra que rima (PR+), pseudopalabra que rima (SR+), palabra que no-rima (PR-) y pseudopalabra que no-rima (SR-) en las regiones anterior izquierda (F3-C3), anterior línea media (Fz-Cz), anterior derecha (F4-C4), posterior izquierda (P3-O1), posterior línea media (Pz-Oz) y posterior derecha (P4-O2). 78

Figura 17. Diferencias en la tarea léxica en el porcentaje de aciertos (AC) entre rima (R+) y no-rima (R-) de los tres grupos (niños lectores principiantes LP, niños lectores con experiencia media LEM y adultos ADU). 83

Figura 18. Diferencias en la tarea léxica en el tiempo de reacción (TR) entre palabra que rima (PR+), palabra que no-rima (PR-), pseudopalabra que rima (SR+) y pseudopalabra que no-rima (SR-) de los tres grupos (niños lectores principiantes LP, niños lectores con experiencia media LEM y adultos ADU). 84

Figura 19. Diferencias en la tarea léxica en la amplitud de P2 en rima (R+) y no-rima (R-) entre grupos (niños lectores principiantes LP, niños lectores con experiencia media LEM y adultos ADU). 85

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen de las funciones de los componentes y algunas conexiones de la Figura 1	5
Tabla 2. Hipótesis a nivel conductual y electrofisiológico para la ambas tareas	35
Tabla 3. Resultados de la Evaluación en el WISC-R y en las escalas aplicadas de la BNTAL en los Grupos de Niños	39
Tabla 4. Resultados de la Evaluación en las escalas aplicadas del Test de Barcelona en el Grupo de Adultos.....	41
Tabla 5. Diseño y ejemplo de la composición de las parejas de estímulos de la prueba. .	42
Tabla 6. Rango de las ventanas utilizadas para el análisis del componente N400.....	47
Tabla 7. Medias (\bar{X}) y desviaciones (DE) estándar de porcentajes de respuestas correctas de la tarea fonológica y la tarea léxica.	50
Tabla 8. Medias (\bar{X}) y desviaciones (DE) estándar de tiempos de reacción (en milisegundos) de respuestas correctas de la tarea fonológica y la tarea léxica.	50
Tabla 9. Resumen de las hipótesis y los resultados de las comparaciones intragrupo de la Tarea Fonológica.....	59
Tabla 10. Resumen de los resultados de las comparaciones entre grupos de la Tarea Fonológica	68
Tabla 11. Resumen de las hipótesis y los resultados de las comparaciones intragrupo de la Tarea Léxica	74
Tabla 12. Resumen de los resultados de las comparaciones entre grupos de la Tarea Léxica	81

INTRODUCCIÓN

PROCESOS INVOLUCRADOS EN LA LECTURA

Normalmente el aprendizaje de la lectura comienza en la edad preescolar y continúa a lo largo de la educación primaria. Los niños van adquiriendo, practicando y mejorando las habilidades que les permitirán llegar a ser lectores eficientes.

Aunque en la literatura se ha descrito la importancia de los procesos perceptivos, lingüísticos y cognoscitivos para lograr la comprensión de la lectura, la atención de la presente revisión se centrará principalmente en el estudio de los procesos lingüísticos implicados en dicha comprensión.

De forma general, podemos decir que la lectura es el proceso que se caracteriza por traducir los símbolos escritos a sus representaciones fonológicas, para comparar estas representaciones con las del lenguaje oral y, así, acceder al significado de las palabras, para llegar al significado del texto. De modo que la lectura es una actividad compleja, que implica varios procesos. En la literatura se encuentran diferentes descripciones de los procesos involucrados en la lectura, por ejemplo, Perfetti, (1985) propone que la lectura incluye tanto procesos de reconocimiento de las palabras, como procesos de comprensión. En los procesos de comprensión se manipulan símbolos lingüísticos y los procesos de reconocimiento de las palabras son los encargados de realizar una traducción de los objetos visuales a los símbolos lingüísticos que son utilizados en estas manipulaciones (Perfetti, 1985).

Por otro lado, Jiménez, Rodrigo, Ortiz, y Guzmán, (1999) proponen que en la comprensión de la lectura se dan cuatro niveles de procesamiento. Estos niveles forman dos grupos: los microprocesos y los macroprocesos. Los microprocesos están relacionados con la decodificación más o menos automática del texto y se refieren a los procesos perceptivos, léxicos y sintácticos. Los macroprocesos son operaciones que están asociadas a los procesos de comprensión del texto y hacen referencia al procesamiento semántico.

Los procesos de manipulación de los símbolos lingüísticos en la propuesta de Perfetti (1985) son equivalentes a los microprocesos de la propuesta de Jiménez et al. (1999); mientras que los procesos de comprensión son equivalentes a los macroprocesos de dicha propuesta.

Otro tipo de procesamiento relacionado con la lectura es el fonológico, que aunque no está descrito como un nivel de procesamiento independiente, se sabe que juega un papel muy importante en la decodificación del texto. Tanto el proceso fonológico, como el proceso léxico son de especial interés para el desarrollo de esta investigación.

La importancia que tienen tanto el proceso léxico como el fonológico en la adquisición de la lectura, ha quedado de manifiesto en los estudios que demuestran que, durante el desarrollo, el aprendizaje de las habilidades lectoras se realiza, principalmente, procesando fonológicamente el lenguaje escrito, segmentando las palabras en sílabas y reconociendo los sonidos de las letras iniciales y finales de las palabras (Anthony et al., 2002; Bretherton & Holmes, 2003; Bryant, 2002; Cheung, Chen, Lai, Wong, & Hills, 2001; Cornwall, 1992; Hatcher & Hulme, 1999; Hurford et al., 1993; Laing & Hulme, 1999; Mann, 1993; McDougall, Hulme, Ellis, & Monk, 1994; Torgesen, Wagner, & Rashotte, 1994; Windfuhr & Snowling, 2001; Wise, Ring, & Olson, 1999). En una etapa posterior, cuando el procesamiento fonológico se ha automatizado, el procesamiento ortográfico toma un papel preponderante, proporcionando un índice del nivel de maduración que los niños han alcanzado en el aprendizaje de la lectura (Martin, Claydon, Morton, Binns, & Pratt, 2003).

A continuación se describen los niveles de procesamiento perceptivo, léxico, sintáctico y semántico propuestos por Jiménez et al. (1999) y el procesamiento fonológico.

Procesos Perceptivos

Como nos dicen Jiménez et al. (1999), los procesos perceptivos permiten al lector identificar los signos gráficos como unidades lingüísticas. Para que un mensaje escrito pueda ser procesado tiene que ser previamente recogido y analizado por nuestros sentidos. Para ello, los mecanismos perceptivos extraen la información gráfica presente en la página y la almacenan durante un tiempo muy breve en un almacén sensorial llamado memoria icónica. A continuación una parte de esta información, la más relevante, pasa a una memoria más duradera denominada memoria visual a corto plazo, donde se analiza y se reconoce como una unidad lingüística determinada (Cuetos, 1996).

Así, para que los niños puedan leer, deben ser capaces de discriminar entre miles de palabras escritas, que pueden diferir sólo en el rasgo mínimo de una letra (e. g. topo y todo) o en la forma en que éstas se ordenan (e. g., sol y los). También deben aprender a reconocer palabras escritas en tamaños, tipos de letra y estilos diferentes (Wolf, Vellutino, & Berko, 1999). Para esto se requiere que el niño adquiera estrategias de síntesis que le

ayuden a reducir la carga de la memoria visual que esto implica. Dentro de estas estrategias se puede mencionar la utilización del principio alfabético.

La lectura puede ser adquirida por los niños con una amplia gama de diferencias individuales en cuanto a capacidad visual, siempre y cuando posean la capacidad de codificación lingüística adecuada para sacar partido de las redundancias letra-sonido de la ortografía y para usar estrategias de identificación de palabras orientadas al código y basadas en el significado (Wolf et al., 1999).

Proceso Léxico

Después de un procesamiento perceptivo se requiere un proceso léxico.

Aunque como ya se mencionó, la habilidad lectora involucra varios procesos, se ha considerado al proceso léxico como un componente indispensable de la adquisición de la lectura y de su ejercicio, ya que, a pesar de que el propósito de la lectura es la comprensión del significado de lo que se lee, las habilidades para reconocer los componentes del texto son indispensables para lograr llegar a este significado y con esto a su comprensión. Jiménez et al. (1999) mencionan que existe un amplio consenso entre los investigadores en que los problemas de lectura se derivan, en la mayoría de los casos, de dificultades en el proceso de reconocimiento de las palabras. A pesar de que el síntoma más llamativo y alarmante que presentan los niños con problemas de lectura es que no comprenden lo que leen, lo que ocurre en estos casos es que la comprensión no se da debido a que los recursos de atención, que son limitados, están dirigidos a la decodificación de las palabras y por lo tanto, no pueden desviarse hacia los niveles más altos de procesamiento para llevar a cabo la comprensión del texto.

El procesamiento léxico es, de alguna manera, un proceso intermedio entre los procesos perceptivos y el acceso al significado. Meseguer (2006) lo define como lo que sucede a partir de que el estímulo físico ha sido procesado a nivel puramente perceptual hasta que se reconoce que el estímulo es una palabra diferenciada de todas las demás, después de lo cual se accedería a su significado. Se puede decir que el proceso léxico es un componente de la lectura que implica el reconocimiento de la palabra y el acceso a su representación mental. En este proceso las palabras son relacionadas con conceptos familiares representados en la memoria del lector (Perfetti, 1985).

Según el modelo de reconocimiento y producción de palabras de Ellis y Young (1988), existen tres rutas para decodificar la palabra escrita (figura 1 y tabla 1). Las tres inician

Tabla 1. Resumen de las funciones de los componentes y algunas conexiones de la Figura 1

-
1. Sistema de Análisis auditivo: su función es extraer los sonidos individuales del habla (posiblemente fonemas, aunque existen otros candidatos) de la onda sonora del habla. Esto se efectúa a pesar de las diferencias de acento, voz, velocidad de emisión etc., y por lo tanto, debe tener la flexibilidad suficiente para hacer frente a estas variaciones.
 2. Lexicón de entrada auditivo: su función es reconocer las palabras familiares habladas. Esto indica simplemente que una palabra se ha oído antes. Sabiendo que el significado de la palabra requiere la siguiente activación de sus representaciones semánticas en el sistema semántico.
 3. Vínculo entre el lexicón de entrada auditiva y el sistema semántico: permite a las palabras oídas que han sido reconocidas como familiares, acceder a sus significados en el sistema semántico.
 4. Sistema de análisis semántico: es donde se encuentran representados los diferentes significados de las palabras.
 5. Sistema de análisis visual: tiene tres funciones: 1) identificar las letras en palabras impresas (en pseudopalabras o en cadenas de letras), 2) codificar cada letra por su posición dentro de la palabra y 3) agrupar perceptivamente las letras que pertenecen a la misma palabra.
 6. Lexicón de entrada visual: identifica las secuencias de letras a partir de las cuales se forman palabras escritas conocidas. Puede responder a una palabra no familiar (o pseudopalabra) declarándola como desconocida. Es donde se encuentran las representaciones de todas las palabras que son familiares en su forma escrita.
 7. El nexo entre el lexicón de entrada visual y el sistema semántico: permite a las palabras escritas reconocidas como familiares acceder a sus significados en el sistema semántico.
 8. Lexicón de salida del habla: almacena la forma oral de la palabra para que en el momento en que se necesite se tenga disponible.
 9. Nivel fonémico: Aquí están representados los sonidos individuales distintivos del habla (fonemas). Este nivel guía la producción del habla, la cual finaliza en la articulación de los sonidos. También guía el deletreo subvocal.
 10. La conexión de doble sentido que une el lexicón de salida del 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.
 11. Sistema de conversión grafema-fonema: se encarga de traducir las secuencias de letras (grafemas) en sonidos (fonemas).
-

La palabra impresa activará la utilización de alguna de las tres rutas, dependiendo de sus características. Las palabras familiares, que ya están almacenadas en la memoria léxica, activarán la ruta directa o la tercera ruta, mientras que las palabras poco frecuentes y las pseudopalabras, que no existen en el almacén de memoria léxica, activarán la ruta fonológica, que utiliza las reglas de *correspondencia grafema-fonema* (CGF), de tal forma que puedan ser reconocidas por el lector. La ruta fonológica es la más lenta de las tres, ya que antes de que tenga lugar la identificación de la palabra, se tiene que realizar la traducción de grafema a fonema.

Estas tres estrategias pueden ser utilizadas durante el proceso de lectura ordinario y durante su adquisición, lo que implica que una estrategia no sustituye a la otra, sino que se complementan.

Generalmente, los lectores entrenados utilizan la ruta directa, mientras que los lectores inexpertos tenderán más al uso de la ruta fonológica (Ellis & Young, 1988). El ejercicio de la lectura incrementará las entradas en el lexicón de entrada visual, gracias a la utilización de la ruta fonológica, lo que permitirá que el lector pueda utilizar cada vez más la ruta directa. Como afirma Facoetti (2004), los modelos de desarrollo basados en modelos de doble ruta suponen que estas dos estrategias (estrategia fonológica y estrategia léxica) se adquieren consecutivamente, los lectores principiantes dependen de la ruta fonológica y sólo después de un tiempo cambian a la ruta léxica. Así, no es de sorprender que los estudios sobre el aprendizaje de la lectura muestren que, durante el desarrollo, la ruta fonológica aparece antes que la ruta directa (Facoetti).

Como podemos ver, la capacidad de codificación fonológica es importante a la hora de aprender a identificar las palabras impresas. En un apartado posterior se abundará acerca del procesamiento fonológico ya que, aunque no se define como un proceso independiente en la lectura, sí conforma una parte fundamental en el proceso léxico.

Procesamiento Sintáctico

Una vez que el lector percibió y reconoció los trazos de una palabra, podrá acceder a los códigos sintácticos y semánticos.

Durante la lectura de un texto, las palabras aisladas proporcionan poca información, así que para extraer su significado se tienen que agrupar en unidades mayores tales como frases y oraciones. Para realizar este agrupamiento, el lector dispone de claves sintácticas que le indican cómo pueden relacionarse las palabras del idioma y hace uso

de este conocimiento para determinar la estructura de las oraciones particulares que encuentra. En una oración se debe asignar cada palabra a su categoría lingüística correspondiente (sujeto, verbo, objeto, etc.) para que, de esta forma, se dé una comprensión de las relaciones entre los objetos y los acontecimientos y se llegue a la comprensión de las oraciones.

Procesamiento Semántico

El establecimiento de las relaciones sintácticas entre los distintos componentes de la oración, permite al lector pasar al último proceso que consiste en extraer el mensaje de la oración para integrarlo en sus esquemas de conocimiento. Sólo cuando ha integrado la información en la memoria se puede decir que ha terminado el proceso de comprensión (Wolf et al., 1999).

Procesamiento Fonológico

Como ya se mencionó, el procesamiento fonológico no está descrito como un nivel independiente de procesamiento, sin embargo, se describirá debido a su importancia en el proceso de lectura.

El procesamiento fonológico se refiere al análisis de la estructura del sonido de una lengua durante el procesamiento de la información oral y escrita (Wagner & Torgesen, 1987). Se han descrito tres habilidades de procesamiento fonológico que están muy relacionadas con la lectura: memoria fonológica, tasa de acceso a la información fonológica y conciencia fonológica (Wagner & Torgesen).

Memoria Fonológica: se refiere a la retención textual, en orden de presentación, de secuencias de ítems verbales hablados o escritos (letras, números, palabras o pseudopalabras). Este tipo de memoria resulta ser particularmente importante durante las primeras fases del aprendizaje de la lectura, donde los niños tienen que decodificar una serie de letras que se presentan visualmente, almacenar temporalmente los sonidos de las letras y ligar los componentes de este almacén para formar las palabras. Por consiguiente, una codificación eficiente facilita la tarea de unir los fonemas aislados y formar las palabras (Wagner & Torgesen, 1987).

Tasa de Acceso a la Información Fonológica: se refiere al fácil y rápido acceso a la información fonológica que está almacenada en la memoria a largo plazo. Esta habilidad se evalúa generalmente por medio de tareas de denominación automática de estímulos, es decir, la habilidad para nombrar tan rápido como sea posible series de 30 a 50 ítems (números, letras, objetos, etc.) impresos en una tarjeta (Wagner & Torgesen, 1987).

Conciencia Fonológica o Sensibilidad Fonológica: Anthony et al. (2002) definen a la sensibilidad fonológica como el conjunto global de habilidades de procesamiento que requieren cierto grado de sensibilidad para reconocer, aislar o manipular las unidades fonológicas de la estructura de la palabra a varios niveles (fonemas, inicio-rima y sílabas). Considerando el concepto de sensibilidad fonológica desde una perspectiva del desarrollo, se plantea que las habilidades fonológicas de los niños reflejan una sola habilidad fundamental, y al mismo tiempo, un conjunto que sirve para adquirir habilidades fonológicas más avanzadas como la sensibilidad fonémica (Anthony et al.; Bowey, 2002; Bryant, 2002; Bryant, MacLean, Bradley, & Crossland, 1990; Cheung et al., 2001; Goswami, 2002). Así, los niños serán capaces de demostrar sensibilidad a unidades lingüísticas de bajo nivel de complejidad lingüística (palabras y sílabas) antes de que sean capaces de demostrarla para unidades de niveles más altos de complejidad (fonemas) y este patrón refleja el curso de una habilidad fonológica unidimensional, llamada sensibilidad fonológica (Anthony et al.).

Se han descrito tres unidades básicas de la sensibilidad fonológica:

Sensibilidad Silábica: Se entiende por sensibilidad silábica la habilidad para segmentar, identificar o manipular conscientemente las sílabas que componen una palabra (Jiménez & Ortiz, 1996). Varios estudios en lengua española han encontrado diferencias significativas en sensibilidad silábica entre buenos y malos lectores y se ha puesto de manifiesto la relevancia de este nivel de sensibilidad fonológica en la explicación del rendimiento lector (Jiménez & Ortiz).

Sensibilidad Intrasilábica: Se refiere a la habilidad para segmentar las sílabas en sus componentes intrasilábicos de inicio y rima. El inicio es una parte integrante de la sílaba constituida por la consonante o bloque de consonantes inicial (/f/ en flor). La otra parte de la sílaba es la rima, formada por la vocal y consonante siguientes (/or/ en flor). A su vez, la rima está constituida por un núcleo vocálico (/o/ en flor) y una coda (/r/ en flor) (Jiménez & Ortiz, 1996).

La presencia de habilidades para reconocer, aislar o manipular las unidades intrasilábicas que conforman a las palabras (sensibilidad intrasilábica) facilita la adquisición de la

lectura, mientras que las habilidades para reconocer, aislar o manipular los fonemas (sensibilidad fonémica) son una consecuencia de la instrucción lectora (Jiménez & Ortiz, 1996), de acuerdo con la concepción de desarrollo de la sensibilidad fonológica. Bowey (2002); Bryant (2002) y Goswami (2002) ponen de manifiesto la capacidad de las tareas de rima como predictoras confiables de la habilidad lectora.

Sensibilidad Fonémica: Es la habilidad que implica la comprensión de que las palabras están constituidas por unidades sonoras discretas, que son los fonemas. Es decir, la habilidad para prestar atención consciente a los sonidos que componen a las palabras y considerarlos como unidades abstractas y manipulables (Jiménez & Ortiz, 1996).

En este trabajo se considera el concepto de sensibilidad fonológica desde una perspectiva del desarrollo, y se toma como unidad de análisis una de las tres unidades básicas de la sensibilidad fonológica: la sensibilidad a unidades intrasilábicas, que es la habilidad para segmentar las sílabas en sus componentes intrasilábicos de inicio y rima.

La sensibilidad fonológica y la habilidad lectora tienen una relación bidireccional, es decir, antes de iniciar el aprendizaje de la lectura, los niños deben haber alcanzado un nivel mínimo de sensibilidad fonológica para adquirir habilidades lectoras básicas que proporcionarán la base para la ejecución de tareas fonológicas más complejas. A su vez, esta habilidad fonológica facilitará el progreso en la lectura (Jiménez & Ortiz, 1996).

Existen tres fuentes de evidencia que permiten argumentar a favor de la importancia que tiene el procesamiento fonológico en la adquisición de la lectura y su práctica. La primera subraya la relación entre las deficiencias en este tipo de procesamiento y los trastornos de lectura (Bretherton & Holmes, 2003; Jiménez, 1996; Torgesen et al., 1994; Windfuhr & Snowling, 2001; Wise et al., 1999); la segunda, muestra el poder predictivo de las habilidades fonológicas en la futura habilidad lectora (Hatcher & Hulme, 1999; Torgesen et al.; Windfuhr & Snowling). Específicamente se ha sustentado que la sensibilidad fonológica es el predictor más confiable de la habilidad lectora (Torgesen et al.; Windfuhr & Snowling). Algunos trabajos concluyen que las puntuaciones en las tareas de rima son altamente predictoras de la habilidad lectora (Bowey, 2002; Bryant, 2002). La tercera fuente de evidencia es que el entrenamiento de las habilidades fonológicas se refleja en un mejor desempeño en la lectura tanto de niños normales como con trastornos de lectura (Anthony et al. 2002; Hatcher & Hulme; Torgesen et al.; Wise et al.).

La importancia que tienen las habilidades de procesamiento fonológico en el aprendizaje de la lectura está íntimamente relacionada con el acceso al significado de la palabra escrita mediado por la ruta fonológica. Resulta interesante analizar cómo a través del

ejercicio de la lectura, las habilidades fonológicas se van volviendo menos indispensables y las habilidades léxicas comienzan a tener un rol central.

Recapitulando, se sabe que la lectura es una habilidad compleja que involucra varios tipos de procesamiento. Algunos de estos procesamientos están relacionados con la decodificación del texto (visual, léxico, fonológico y sintáctico) y otros con la comprensión (semántico). Dentro de los procesos relacionados con la decodificación destacan el proceso léxico y el fonológico. El procesamiento léxico implica el reconocimiento de la palabra y el acceso a su representación mental. Este reconocimiento puede ocurrir, dependiendo de las características de las palabras, mediante el uso de tres rutas de procesamiento distintas. La ruta léxica permitirá leer las palabras familiares para el lector y acceder a su significado. La ruta fonológica permitirá leer palabras poco frecuentes o desconocidas para el lector y pseudopalabras, mediante el uso de reglas de correspondencia grafema-fonema. La ruta léxica no semántica permitirá leer las palabras familiares sin acceder al significado. Los lectores entrenados utilizan la ruta léxica, la fonológica y la léxica no semántica durante el proceso de lectura, dependiendo de las características de las palabras que se leen, mientras que los lectores poco entrenados dependen de la ruta fonológica para poder llevar a cabo la lectura. Las habilidades fonológicas van a permitir al lector aplicar las reglas de correspondencia grafema-fonema, y el ejercicio de este proceso permitirá que el número de representaciones en el lexicón de entrada visual se incremente, lo que facilitará cada vez más el uso de la ruta directa para acceder a la representación de la palabras y esto a su vez permitirá que los recursos de atención, antes centrados en la decodificación grafema-fonema, se centren en la comprensión.

ÁREAS CEREBRALES RELACIONADAS CON EL PROCESO DE LECTURA

Considerando la complejidad del proceso de lectura, no es extraño imaginar que durante su ejecución, se utilizan varios sistemas neuronales interrelacionados. Se han realizado una gran cantidad de estudios utilizando técnicas de neuroimagen y estudios de pacientes con lesiones, para evaluar las bases neurológicas de la lectura de palabras aisladas. Estos estudios han demostrado la participación de todo un conjunto de áreas cerebrales, que implican en especial al hemisferio izquierdo. Sin embargo, a la fecha, no se conoce un mapa preciso de las áreas que participan en el proceso de lectura. No obstante,

algunos autores han postulado modelos neurales que intentan definir cuáles son las áreas cerebrales más comúnmente involucradas en el proceso de lectura.

Shaywitz y Shaywitz, (2001) mencionan que hay evidencias que indican la importancia de tres sistemas en la lectura, los tres tienen una ubicación primaria en el hemisferio izquierdo: 1) un sistema anterior en la región frontal inferior izquierda; 2) un sistema dorsal parietal-temporal que incluye el giro angular, el giro supramarginal y regiones posteriores del giro temporal superior; 3) un sistema ventral occipital-temporal que implica porciones del giro temporal medio y del giro occipital medio.

Por otro lado, Río, López-Higes y González, (2008), mencionan que se han marcado tres circuitos esenciales para el proceso lector: 1) un circuito dorsal que incluye áreas de la corteza temporoparietal, alrededor de la cisura de Silvio, como los giros temporales superior y medio y los giros angular y supramarginal; 2) un circuito ventral que incluye la corteza temporooccipital y basal temporal específicamente los giros lingual y fusiforme; y 3) un circuito frontal que incluye la corteza frontal inferior (área de Broca), dentro de la cual podríamos diferenciar la región más dorsal y posterior y la región más ventral y anterior.

Dien (2009) postula un modelo neural de la comprensión lectora basado en un modelo de doble ruta, por lo que argumenta que hay evidencia de la existencia de una ruta léxica que pasa a lo largo de la superficie inferior del lóbulo temporal y una ruta fonológica que comienza en la corteza extraestriada y se proyecta a la corteza frontal.

En cuanto a la ruta léxica menciona que se ha dado especial atención a tres áreas en la corteza temporooccipital: 1) La corteza occipital inferior, que comprende el giro occipital inferior y el giro lingual. Esta área parece participar en los procesos iniciales de análisis de las características de las letras previo al análisis léxico (Dien, 2009).

2) La segunda área de interés es el área para la forma visual de la palabra, que se encuentra localizada en la parte lateral del giro fusiforme medio, anterior a la corteza occipital inferior. La activación de esta área está altamente lateralizada al hemisferio izquierdo, a tal grado que es independiente del campo visual de presentación del estímulo. Se supone que esta área participa en el análisis subléxico de las palabras. Su activación no se ve afectada por la posición de la retina durante la lectura, y responde más a la regularidad ortográfica de las palabras que a las características físicas de las letras (Dien, 2009). En este sentido, Río et al., (2008) mencionan que hay evidencia de que una porción de la corteza temporooccipital izquierda en la cara lateral del giro fusiforme medio, se activa durante la lectura de palabras o cadenas de letras pronunciables, de

forma invariable ante cambios en la localización espacial, las características físicas de las letras (tipo, tamaño, color) o el estatus léxico del estímulo (palabra o pseudopalabra). Por lo que se ha propuesto que concretamente esta región del circuito ventral temporoccipital estaría funcionalmente especializada en la computación de la forma visual de la palabra esencial para su reconocimiento rápido.

3) La tercera área es la llamada área semántica fusiforme, que se encuentra localizada en el giro fusiforme anterior, es anterior al área para la forma visual de la palabra. Existe evidencia que sugiere que esta área responde a un nivel semántico tanto en palabras, como en figuras de objetos; más aun, su activación ha sido sensible a manipulaciones semánticas, sin embargo, se ha sugerido que esto podría explicarse más en términos de un nivel de asociaciones léxicas que semánticas (Dien, 2009). Por lo que el autor sugiere que este nivel correspondería con el lexicón de entrada visual en un modelo de lectura de doble ruta, ya que éste sería el nivel de análisis esperado subsecuente al análisis subléxico realizado en el área para la forma visual de la palabra. Esto aunado, según Dien (2009), a que adscribir un proceso tan complejo como el semántico a una parte tan pequeña, parece inverosímil.

En cuanto a la ruta fonológica, se sugiere que comienza con una proyección, cuyos detalles apenas comienzan a esclarecerse, que va de la corteza extraestriada a la corteza frontal. Se piensa que en particular la parte posterior del giro frontal inferior, parte del área de Broca, está relacionada con el procesamiento fonológico en general. Una posibilidad es que esta región motora sea responsable de ayudar a la traducción de los códigos visuales de las letras a códigos motores (Dien, 2009).

También se ha implicado a la corteza parietal inferior, particularmente los giros angular y supramarginal. Una posibilidad es que el giro angular medie la traducción de los códigos motores transmitidos del área de Broca a códigos fonológicos. Desde ese punto, los códigos fonológicos podrían ser transmitidos al giro supramarginal para ser almacenados temporalmente, ya que se ha sugerido que esta área sirve como un almacén fonológico. Desde aquí los códigos fonológicos podrían ser transferidos a las mismas regiones responsables de decodificar el habla. En este sentido, se ha considerado la implicación del lóbulo temporal lateral, (en especial de la corteza de asociación auditiva en el surco temporal superior y el giro temporal superior) en esta tarea. Una parte particularmente importante de esta región es la porción posterior del giro temporal medio, que se ha propuesto que participa en la recuperación de códigos fonológicos, y podría corresponder al área semántica fusiforme de la ruta léxica. Así, el giro frontal posterior inferior y el giro

angular podrían servir como el sistema de conversión grafema-fonema del modelo de lectura de doble ruta, el giro supramarginal podría servir como el búfer de respuesta, y el giro temporal medio posterior podría corresponder a la salida de léxico fonológico (Dien, 2009).

En cuanto a la interacción entre la ruta fonológica y la ruta léxica, Dien (2009) sugiere que la asociación de la fonología con la ortografía puede resultar bastante compleja y se podría requerir una región especializada para mediar este proceso. Por lo que en su modelo postula que el procesamiento léxico y fonológico se realizan inicialmente de forma separada, y sólo comienzan a influenciarse el uno al otro después de que han completado sus rutas de activación y las rutas convergen. Sugiere que la región del área de formulación del lenguaje, localizada en el giro temporal posterior inferior podría cumplir esta función. Lo que coincide con la idea que postula a éste giro como una zona donde se coordina la información que converge desde otras regiones corticales.

Gernsbacher y Kaschak (2003) por su parte, afirman que se ha generado un mapa general del procesamiento de palabras. En este mapa se incluyen el giro frontal inferior izquierdo y las áreas adyacentes suplementaria y premotora, relacionadas con el procesamiento semántico, fonológico y quizás con el acceso y la producción de la forma de la palabra. Asimismo, se incluyen las regiones frontales medial, superior y anterior, relacionadas con el procesamiento semántico. Según estos autores, parece probable que la activación frontal en el procesamiento de palabras se deba a alguna combinación de varios factores como almacenamiento en la memoria a corto plazo de la información fonológica, acceso al léxico, procesamiento semántico y dificultad de la tarea.

También algunas regiones del hemisferio derecho parecen estar activas durante el procesamiento de sustantivos abstractos. Además, las regiones temporales superiores de ambos hemisferios han mostrado activación en correspondencia con el procesamiento semántico relacionado con las formas de la palabra (Gernsbacher & Kaschak, 2003).

Las regiones temporales posteriores (en el área de Wernicke y alrededor de ésta) han estado implicadas en el acceso y producción de las formas de las palabras, el procesamiento semántico y en algunas tareas fonológicas. Otras regiones que parecen estar implicadas en el procesamiento de textos son el giro fusiforme (bilateral) y el giro supramarginal izquierdo (Gernsbacher & Kaschak, 2003).

ETAPAS DE LA ADQUISICIÓN DE LA LECTURA

Los procesos involucrados en la lectura no aparecen simultáneamente, sino que se van desarrollando poco a poco. Bravo (1999) dice que durante el aprendizaje de la lectura se suceden diversos procesos cognoscitivos, caracterizados por la adquisición de destrezas cada vez más complejas y por el empleo progresivo de nuevas estrategias de aprendizaje. Cada una de estas estrategias puede configurar una etapa de límites imprecisos, cuyo éxito depende, en gran medida, del desarrollo de otras destrezas subyacentes, las cuales pueden ser favorecidas y estimuladas por los métodos de enseñanza de la lectura.

En el aprendizaje normal se da una progresión en la aplicación de estrategias cognoscitivas y verbales de mayor nivel y complejidad, mediante las cuales el sujeto establece nexos que le facilitan el avance a una lectura de mayor velocidad y comprensión (Bravo, 1999). Martin et al. (2003) aseguran que el desarrollo de la lectura puede ser conceptualizado como una progresión que va desde un alto grado de dependencia de las habilidades fonológicas, a un alto grado de dependencia de las habilidades de decodificación ortográfica, conforme el lector se vuelve más competente.

Aunque existen varios modelos que pretenden explicar el desarrollo de la habilidad lectora, de forma general podemos decir que en una primera etapa, el lector reconoce las palabras escritas de forma logográfica sin mediación fonológica. Luego, desarrolla estrategias de decodificación fonológica durante la etapa alfabética, y posteriormente, en la etapa ortográfica, desarrolla estrategias de reconocimiento directo a partir de la representación ortográfica de la palabra (Jiménez & Ortiz, 1996).

A continuación definiremos brevemente las tres etapas propuestas, centrando nuestra atención en las etapas alfabética y ortográfica, ya que es en estas dos etapas en las que los procesos léxico y fonológico adquieren gran importancia.

Etapa Logográfica

En esta etapa el niño conoce un pequeño grupo de palabras familiares sirviéndose del contexto y de la forma de su contorno mediante una estrategia de discriminación visual. El niño puede reconocer su nombre o la palabra "Coca-Cola" sirviéndose del color, la forma de la palabra, etc. Sin embargo encuentra inaccesibles las palabras nuevas o desconocidas. La duración de esta etapa depende del método de enseñanza de la lectura (Jiménez et al., 1999).

Etapa Alfabética

En la etapa alfabética el lector comienza a aprender y aplicar de forma sistemática las reglas de CGF. La decodificación es el proceso principal, y a medida que las habilidades de nivel inferior en la lectura (e. g., la extracción de rasgos, reconocimiento de letras/patrones, correspondencia grafema-fonema, reconocimiento de palabras y la recuperación del léxico) se van practicando, se convierten en automáticas (Wolf et al., 1999).

Como ya señalamos anteriormente, el ejercicio en la utilización de la ruta fonológica, contribuye a crear representaciones ortográficas en el lexicón de entrada visual que permitirán posteriormente el acceso directo. De tal forma que durante la etapa alfabética se desarrollará la ruta fonológica, que posibilita el acceso al significado mediante la decodificación fonológica, y en la etapa ortográfica se desarrollará la ruta léxica. Al consolidar la etapa ortográfica el lector será capaz de leer tanto por la ruta léxica como por la ruta fonológica (Jiménez & Ortiz, 1996).

Etapa Ortográfica

En la etapa ortográfica el lector reconoce la palabra globalmente a partir de su patrón ortográfico. Lo que permite que centre sus recursos de atención en la comprensión de las palabras y del texto, con lo que se logra la lectura fluida.

En este punto el lector debe automatizar la ejecución de las habilidades que ha adquirido. La Teoría de la Eficiencia Verbal (Perfetti, 1985) considera que el proceso de reconocimiento de palabras (en el que están implicadas las reglas de CGF) consume recursos de la memoria de trabajo que son necesarios para que se dé la construcción del significado de las frases. Así, la automatización de la decodificación permite que la mayoría de los recursos, antes utilizados en ésta, se centren en la comprensión de la lectura. Si no se logra esta automatización, el lector no será capaz de comprender lo que lee.

Autores como Facoetti (2004) sugieren que son necesarios estudios longitudinales para evaluar el rol crucial y temprano de la ruta fonológica en la adquisición de la lectura. Este autor nos dice que la mayoría de los estudios longitudinales muestran que los lectores principiantes usan ante todo la ruta fonológica en la lectura, tanto silenciosa como en voz alta, lo que sugiere que el procesamiento fonológico podría ser remplazado gradualmente por el procesamiento léxico.

En resumen, hay suficiente evidencia para afirmar que tanto el procesamiento léxico, como el procesamiento fonológico son dos elementos imprescindibles para que se dé adecuadamente el proceso de lectura y que el curso de su desarrollo proporciona información importante para comprender el nivel de maduración que tiene un individuo con relación al grado alcanzado en el aprendizaje de este proceso.

POTENCIALES RELACIONADOS CON EVENTOS Y PROCESAMIENTO LÉXICO Y FONOLÓGICO

El Método de los Potenciales Relacionados con Eventos

Los procesos cerebrales asociados a los procesamientos fonológico y léxico han sido objeto de múltiples investigaciones en las que se han utilizado diferentes métodos, entre los que se encuentra el de los *potenciales relacionados con eventos* (PRE).

Los PRE son cambios de voltaje en el *electroencefalograma* (EEG) en curso que están relacionados temporalmente con la presentación de un evento sensorial, motor o cognoscitivo específico. Estos potenciales surgen de la actividad sincrónica de grandes poblaciones neuronales que están procesando la información de dichos eventos. Los PRE tienen la ventaja de ser una técnica no invasiva y pueden ser medidos en el orden de los milisegundos, lo que permite estudiar en tiempo real procesos difíciles de explorar con otras técnicas. Conjuntamente con datos conductuales, son útiles para identificar y clasificar operaciones perceptivas, cognoscitivas y lingüísticas (Hillyard & Picton, 1987).

Para examinar la actividad eléctrica cerebral relacionada con un evento específico, se deben promediar las señales del EEG ligadas en el tiempo con el estímulo de interés. Para esto, es necesario que el evento sea repetido un gran número de veces. Considerando que el EEG tiene un comportamiento aleatorio en el tiempo y el potencial aparece ante cada evento, al realizar la promediación, la aportación de voltaje del EEG tiende a cero, mientras que la del potencial permanece por estar ligada a un evento en el tiempo. A pesar de que el voltaje que presenta el potencial en el humano es muy inferior al voltaje del EEG de base, al realizar la promediación el PRE se manifiesta claramente.

Los componentes de los PRE se caracterizan por su polaridad, latencia, amplitud y topografía. Pueden denominarse de acuerdo a la polaridad (positivo P o negativo N) y latencia con que aparecen después de la presentación del estímulo que los produce. Por ejemplo, se llama P300 al componente positivo que aparece alrededor de los 300 ms después del estímulo. Además, mediante la medición de su amplitud (en microvolts) y

latencia (en milisegundos), proporcionan información acerca del grado y del momento en que se dan los niveles de procesamiento cognoscitivo, información que los estudios puramente conductuales no ofrecen. En lo que se refiere al análisis de la distribución topográfica, se debe tener en cuenta que el PRE registrado en el cuero cabelludo no permite hacer inferencias sobre la identidad o la localización espacial dentro del cerebro de la actividad neuronal que lo genera. Es decir, no hay una relación transparente entre un campo eléctrico observado en el cuero cabelludo y las regiones cerebrales que dan origen a dicho campo (Otten & Rugg, 2004). Sin embargo, a pesar de que los PRE no aportan una información anatómica precisa, son útiles para conocer el lugar del cuero cabelludo donde se presentan las mayores amplitudes en un momento determinado y esta información permite establecer si determinada onda es o no un PRE específico. Adicionalmente, Kutas y Federmeier (2000) mencionan al patrón de sensibilidad a las manipulaciones experimentales, como otro rasgo definitorio de los componentes.

Bajo diferentes condiciones experimentales, se pueden observar cambios en los PRE, tanto en morfología (i.e. presencia o ausencia de ciertos picos), como en latencia, duración, amplitud de uno o varios picos y su distribución sobre el cuero cabelludo. Los PRE dan un estimado directo de lo que está sucediendo en el cerebro justo antes, durante y después de un evento de interés, inclusive si éste se prolonga. Además pueden indicar, no sólo que dos condiciones difieren, sino también, por ejemplo, si hay un cambio cuantitativo en la temporalidad, y/o intensidad de un proceso, o algún cambio cualitativo como el reflejado por diferentes morfologías o distribuciones topográficas de las ondas. Por todas estas razones, a los PRE se les reconoce como una herramienta poderosa para estudiar las funciones cognoscitivas (Zani & Proverbio, 2003).

Los componentes de los PRE se pueden clasificar en exógenos y endógenos. Los componentes exógenos ocurren con latencias menores a los 60-80 ms, están determinados básicamente por las características físicas de los estímulos que los provocan y no se modifican por los estados psicológicos del sujeto. Los componentes endógenos, por el contrario, son altamente dependientes de los cambios psicológicos del sujeto, el significado del estímulo y/o las demandas de procesamiento de información de la tarea. Son usados para investigar las bases fisiológicas de la percepción y la cognición humana (Hillyard & Picton, 1987).

Osterhout y Holcomb (1995) aseguran que las medidas electrofisiológicas de los PRE son una gran herramienta para el estudio de los procesamientos cognoscitivos que subyacen a la comprensión del lenguaje, debido a que son una medida continua y en tiempo real de

la actividad eléctrica del cerebro y son un método no invasivo, proporcionan al menos una aproximación estimada de la localización y la lateralización de la actividad cerebral y ofrecen un panorama de la relación entre el comportamiento, los modelos conductuales de la comprensión del lenguaje y su cercana relación con las funciones cerebrales.

Se han investigado algunos marcadores electrofisiológicos de las operaciones lingüísticas en varios niveles (fonético, ortográfico, sintáctico y semántico) con el objetivo de estudiar la temporalidad y la organización de los procesos cerebrales por los que las palabras son reconocidas y son extraídos sus significados (Hillyard & Picton, 1987).

Estudios de PRE en Adultos

Entre los PRE que están relacionados con el procesamiento del lenguaje está el componente N400, el cual es una onda de polaridad negativa que se presenta alrededor de los 400 ms postestímulo. A este componente se le ha relacionado con varios procesos del lenguaje, por ejemplo, se ha observado que es sensible al procesamiento de incongruencias semánticas, como el procesamiento de palabras gramaticalmente correctas pero que son semánticamente inesperadas en el cierre de una oración. Kutas y Hillyard (1980), demostraron lo anterior manipulando las palabras finales de algunas oraciones presentadas visualmente. Estas oraciones terminaban con una palabra altamente probable (i.e., "It was his first day at *work*".) o con una palabra que era semánticamente anómala (e.g., "He spread the warm bread with *socks*" [butter].), físicamente diferente (e.g., "Please get the file from the CABINET".) o ambos (e.g., "I take coffee with cream and ENGINE" [sugar].). Se observaron diferencias en N400 como respuesta a las desviaciones semánticas, pero no a las desviaciones físicas.

Algunos trabajos posteriores han mostrado que la amplitud del componente N400 es inversamente proporcional a la relación semántica entre la palabra de cierre y el contexto de la oración (Coles & Rugg, 1995). En este sentido, Lau, Almeida, Hines y Poeppel (2009) mencionan que la reducción en la amplitud de N400 refleja la facilitación del acceso a la información léxica. Así, se tendrá un acceso a la información léxica más fácil cuando las palabras se ajustan al contexto, lo que se manifestará en amplitudes reducidas.

Kutas y Federmeier (2000) mencionan que la amplitud de N400 a una palabra particular es sumamente sensible al contexto inmediato en el que ocurre, ya sea como una palabra aislada, una oración, o un discurso. Así, se ha encontrado también que N400 puede ser

provocado en el contexto de pares de palabras y por listas de palabras, así como en la presentación de pseudopalabras (Bentin, 1987; Bentin, McCarthy, & Wood, 1985; Coch, Maron, Wolf, & Holcomb, 2002; Holcomb & Neville, 1990).

En un estudio realizado por Bentin et al. (1985), en 16 sujetos, se presentaron palabras que podían tener o no relación semántica con la palabra predecesora, así como pseudopalabras. Los autores observaron tiempos de respuesta más cortos a las palabras precedidas por una palabra relacionada semánticamente, así como mayores tiempos de respuesta para las pseudopalabras que para las palabras. Asimismo, observaron una menor amplitud de N400 cuando la palabra estaba relacionada semánticamente con la predecesora (efecto de facilitación semántica) que cuando no había relación y mayores amplitudes para las pseudopalabras que para las palabras. Los autores argumentan que la magnitud de N400 es proporcional a la cantidad de búsqueda léxica requerida para reconocer el estímulo (grande para las pseudopalabras, intermedia para las palabras sin facilitación y menor para las palabras con facilitación semántica).

En otro estudio realizado por Bentin (1987) en una muestra de 16 sujetos, al utilizar palabras y pseudopalabras se observó un potencial negativo que comenzaba cerca de los 200 ms y terminaba a los 550 ms después de la presentación del estímulo. Se observó que la negatividad relacionada con las pseudopalabras era significativamente mayor que la relacionada con las palabras. El autor considera que esta negatividad tiene los mismos orígenes que el componente N400 y podría estar relacionada con procesos de acceso al léxico y la identificación de estímulos y ser sensible al tiempo en que se completan estos procesos. Maess, Herrmann, Hahne, Nakamura y Friederici, (2006) sugieren que las diferencias en la amplitud de N400 entre palabras y pseudopalabras podrían ser interpretadas como el resultado de una búsqueda más larga dentro de la memoria a largo plazo, ya que es necesario realizar una búsqueda de la palabra en todo el lexicón mental antes de que se tenga la certeza de que la pseudopalabra no es una palabra. Sin embargo, para el caso de las palabras, la búsqueda se termina tan pronto como se encuentra el ítem, y esto en promedio será más rápido. Por otro lado, Federmeier y Kutas (2000) sugieren que las pseudopalabras continúan siendo procesadas de una forma muy parecida a las palabras verdaderas por varios cientos de milisegundos más (en términos de componentes provocados, aunque no necesariamente en tamaño y latencia). Así, parecería que por lo menos algunos de los circuitos de procesamiento del cerebro dan un trato similar a las pseudopalabras (que no tienen ningún significado particular) que a las palabras verdaderas, por un cierto tiempo después de una diferenciación inicial. En este

sentido, Kutas y Federmeier (2000) mencionan que N400 forma parte de la respuesta normal del cerebro a las palabras (en todas sus modalidades) o a estímulos parecidos a las palabras (como las pseudopalabras), que pueden, potencialmente, tener un significado. Esto se ha reportado tanto en niños como en adultos normales.

La topografía de N400 encontrada utilizando diversos paradigmas es variable (Niznikiewicz & Squires, 1996). En el contexto de oraciones, el efecto N400 de facilitación semántica, es decir, la diferencia entre la N400 a las palabras relacionadas con el contexto y la N400 a las palabras sin relación, comienza entre los 200-250 milisegundos y tiene su pico máximo aproximadamente a los 400 milisegundos postestímulo; es levemente más grande sobre el hemisferio derecho y es mayor en los electrodos de sitios centrales y posteriores laterales (Coch, Maron et al., 2002).

En contraste con el efecto de N400 observado en los paradigmas de oraciones y de facilitación semántica, N400 provocado por tareas de listas de palabras sin facilitación semántica tiene una distribución más anterior, es mayor en localizaciones centrales y frontales (especialmente a lo largo de la línea media) y es levemente más grande sobre el hemisferio izquierdo. A pesar de la diferencia en distribución, se cree que la N400 anterior está muy relacionada con la N400 clásica (la obtenida en paradigmas de incongruencia semántica en oraciones) y que refleja probablemente procesos cognoscitivos similares (Coch, Maron et al., 2002).

Otro componente de los PRE relacionado con el lenguaje es el llamado N450. Este componente se ha encontrado en tareas que implican al procesamiento fonológico. Los paradigmas experimentales clásicos con PRE que se emplean para estudiar el procesamiento fonológico, han puesto en evidencia que la N450 se presenta principalmente en tareas de decisión de rima que utilizan material presentado visual y/o auditivamente, en las cuales se requiere que el sujeto determine si dos secuencias de letras comparten la misma fonología terminal (Rugg, 1984a; Rugg, 1984b; Rugg & Barret, 1987; Barret & Rugg, 1990). Sin embargo, algunos autores han puesto en duda que el componente N450 sea un componente separado de N400, debido a que se presenta a una latencia casi igual que el componente N400 semántico.

Por ejemplo, para Praamstra y Stegeman (1993) el componente N400 también es modulado por las similitudes fonológicas de las palabras. Según estos autores, N400 se observa en tareas de juicios de rima; sin embargo, las características con las que describen a este componente son similares a las características con las que se ha descrito el componente N450; es decir, una onda negativa que tiene su pico máximo

aproximadamente a los 450 ms a partir de la presentación del segundo miembro del par de estímulos, con mayor amplitud sobre el hemisferio derecho en comparación con el componente N400 semántico. No obstante, para estos autores, el componente N450 es en realidad parte del componente N400.

Algunos autores como Pérez-Abalo, Rodríguez, Bobes, Gutiérrez y Valdés-Sosa (1994) señalan que no está claro si estos dos componentes reflejan procesos completamente distintos o si reflejan algún mecanismo más general de detección de “no pareamiento”, sin embargo proponen que los términos N400 y N450 sean usados sólo como una etiqueta conveniente.

El componente N450 como respuesta a tareas que implican procesamiento fonológico varía en su temporalidad dependiendo de si los estímulos son visuales o auditivos, así, en algunos estudios en los que la tarea es visual, se ha encontrado que la latencia del componente está entre los 320 y los 350 ms (Bentin, Mouchetant-Rostaing, Giard, Echallier, & Pernier, 1999; Coch, Grossi, Coffey-Corina, Holcomb, & Neville, 2002; Khateb et al., 2007; McPherson, Ackerman, Holcomb, & Dykman, 1998; Spironelli & Angrilli, 2008; Weber-Fox, Spencer, Cuadrado, & Smith, 2003).

Rugg (1984a, 1984b), Rugg y Barrett (1987) y Barret y Rugg (1990), reportaron una serie de estudios sobre la generación de N450. En estos estudios se presentaban parejas de palabras, pseudopalabras o imágenes y se pedía a los sujetos que hicieran juicios de rima. De forma consistente observaron que los PRE provocados por las segundas palabras diferían como consecuencia de si rimaban o no con el ítem presentado inicialmente. Es decir, era evidente la modulación de un componente (N450) que era mayor en amplitud en los PRE provocados por ítems que no rimaban.

Rugg (1984b) registró los PRE durante una tarea que requería que los sujetos discriminaran entre parejas de secuencias de letras que rimaban y no rimaban (palabra-palabra y palabra/no-palabra en proporciones iguales), presentadas visualmente. Los PRE provocados por los pares de palabras que rimaban y que no-rimaban eran distintos, ya que ante los pares que no-rimaban aparecía un componente negativo tardío (N450). Este efecto era más grande sobre la línea media y el hemisferio derecho. La misma diferencia de rima/no-rima se observó también en los PRE provocados por no-palabras. Así, N450 era provocado por los pares que no-rimaban, independientemente de que el segundo estímulo se tratara de una palabra o una no-palabra. Los autores concluyen que N450 no parece depender de procesos lingüísticos en el nivel semántico para su

modulación y que puede ser generado en respuesta al “no pareamiento” del procesamiento de la información lingüística en el nivel fonológico.

Praamstra y Stegeman (1993) diseñaron algunos experimentos en los que observaron el efecto de variables fonológicas sobre el componente N400 auditivo¹. Realizaron diferentes manipulaciones experimentales en tareas de rima y de decisión léxica para observar si en tareas en las que no se requiere explícitamente el procesamiento fonológico (tareas de decisión léxica), los PRE se ven afectados por interferencias fonológicas (rima/no-rima).

En un experimento utilizaron pares de palabras y pseudopalabras. La tarea del sujeto era decidir si la segunda palabra de cada par rimaba o no con la primera. Los participantes fueron 20 adultos. La finalidad de este experimento era replicar, en la modalidad auditiva, los resultados obtenidos por Rugg, quien al contrastar palabras con pseudopalabras, presentadas de forma visual, encontró un componente N400 de iguales magnitudes para palabras rima en comparación con no-rima y pseudopalabras rima en comparación con no-rima. Rugg argumentó que la ocurrencia del componente N400 en las pseudopalabras sugiere que está relacionado con procesos fonológicos, considerando que las pseudopalabras no implican un procesamiento léxico-semántico. En este experimento se presentaron cuatro tipos de pares diferentes: palabra-palabra rima, palabra-palabra no-rima, palabra-pseudopalabra rima y palabra-pseudopalabra no-rima. El resultado principal fue que las desigualdades fonológicas (diferencias entre rima y no-rima) producen diferencias en el componente N400 (los PRE a no-rima de mayores amplitudes que a rima), independientemente de que los estímulos fueran palabras o pseudopalabras, lo que pone de manifiesto la relación del procesamiento fonológico con la N400 (Praamstra & Stegeman, 1993).

En otro experimento se utilizaron los mismos estímulos del experimento descrito anteriormente, pero con la tarea de decidir si el segundo elemento de la pareja era o no una palabra real. Este experimento se llevó a cabo en una muestra de 12 adultos jóvenes. En éste el objetivo fue probar la hipótesis de que la modulación de la N400 fonológica auditiva puede ocurrir independientemente de que la tarea no enfatice el procesamiento fonológico. Es decir, se quería observar si al pedir un juicio léxico, seguía obteniéndose un efecto en el componente N400 modulado por las características fonológicas de los estímulos. Se encontró que el componente N400 difería en las palabras entre no-rima y rima. Lo que demuestra que los efectos fonológicos en el componente auditivo N400 no dependen necesariamente de que la fonología sea la tarea relevante. Sin embargo, no se

¹

Se va a utilizar la nomenclatura utilizada por los autores, es decir N400 auditivo.

encontró ningún efecto en N400 relacionado con las pseudopalabras rima en comparación con no-rima. La ausencia de este efecto puede ser vista como evidencia de que el efecto fonológico en el componente N400 en una tarea de decisión léxica está condicionado a la activación de la entrada léxica y debe ser considerado un efecto léxico (Praamstra & Stegeman, 1993).

Así, los autores sugieren que el componente N400 auditivo es una respuesta a variables fonológicas, pero no da una imagen detallada de los procesos que involucra. Los autores argumentan que de forma similar a los efectos semánticos en N400, los efectos fonológicos son más fuertes cuando la atención se centra en las relaciones fonológicas entre el facilitador y el blanco. Por lo tanto, los efectos fonológicos en N400 reflejan evidentemente procesos atencionales (Praamstra & Stegeman, 1993).

Finalmente, Praamstra y Stegeman (1993) concluyeron que la N400 auditiva es sensible a variables fonológicas y a ejecuciones de reconocimiento de palabras presentadas auditivamente, poniendo de manifiesto que la N400 podría proporcionar una importante herramienta para la investigación de alteraciones fonológicas en los trastornos de lenguaje.

En resumen, dos de los componentes que están relacionados con el procesamiento del lenguaje y que son fundamentales para el desarrollo de este proyecto son N400 y N450.

El componente N400 es una onda de polaridad negativa que se presenta alrededor de los 400 ms postestímulo. Es sensible al procesamiento de incongruencias semánticas, ya sea en el contexto de oraciones con cierre inesperado, en pares de palabras que pueden estar o no relacionadas semánticamente o en listas que incluyen palabras y pseudopalabras.

Por otro lado, el componente N450 se emplea para el estudio del procesamiento fonológico. Este componente es una onda negativa que tiene su pico máximo aproximadamente a los 450 ms a partir de la presentación del estímulo.

En tareas visuales de juicios de rima presentando parejas de palabras, pseudopalabras o imágenes, se observa que la amplitud del componente N450, es mayor en la no-rima que en la rima. En general este efecto es más grande sobre la línea media y el hemisferio derecho. En tareas auditivas de juicio de rima utilizando palabra/palabra y palabra/pseudopalabra se observa un componente con características similares al encontrado en las tareas visuales, aunque con un efecto mayor en sitios centrales y temporo-parietales. En tareas de decisión léxica con manipulación de características fonológicas de los estímulos se observa que el componente N450 obtenido para las palabras no-rima en relación con las palabras rima es de mayor amplitud, lo que

demuestra que los efectos fonológicos en el componente N450 no dependen necesariamente de que la fonología sea la tarea relevante. Sin embargo, en la condición de pseudopalabras no se encuentra ningún efecto en N450 relacionado a la presencia o ausencia de la rima.

Los trabajos anteriores muestran que en los adultos N450 puede ser considerado como un índice de reconocimiento de palabras y pseudopalabras basado en una discriminación fonológica, independientemente de que los estímulos utilizados sean visuales o auditivos y en el caso de las palabras, independientemente de que la tarea específica demande o no juicios fonológicos.

Por otro lado, como afirman Pérez-Abalo et al. (1994), a pesar de mucha investigación, el curso en el tiempo de la activación de los códigos fonológicos y semánticos durante la lectura es materia de un agudo desacuerdo. Sin embargo, las características de los componentes N400 y N450 podrían ser usadas como indicadores del curso en el tiempo de la activación de los códigos semánticos y fonológicos.

Adicionalmente a los componentes N400 y N450, se han reportado efectos relacionados con el procesamiento visual de palabras en algunos componentes tempranos.

Dentro de estos componentes se encuentra P100, que es un pico que aparece cerca de los 100 ms y alcanza sus máximas amplitudes sobre las regiones posteriores. Parece estar relacionado con un análisis perceptual de muy bajo nivel, presenta mayor amplitud para las palabras largas que para las cortas, para las palabras poco comunes que para las comunes, para las pseudopalabras que para las palabras, y puede tener una correlación con la densidad de vecinos ortográficos de las palabras (Dien, 2009).

Otro componente es P150, que aparece con un pico máximo cerca de los 150 ms sobre regiones centrales. Al igual que P100, parece estar relacionado con un análisis perceptual temprano y se mencionan algunas diferencias entre palabras, pseudopalabras, secuencias de letras, símbolos y objetos (Dien, 2009).

N170, es un pico que aparece cerca de los 170 ms en regiones posteriores y que presenta efectos relacionados con las características ortográficas de las palabras (Bentin et al., 1999; Mado & Zani, 2003; Mado, Vecchi, & Zani, 2004). Este componente es mayor para secuencias de letras frente a secuencias de no letras. P2 es otro componente que se ha reportado, con mayores amplitudes en regiones centroparietales, que presenta cambios de amplitud relacionados con incongruencias fonológicas (Mado & Zani, 2003; Mado, Vecchi, & Zani, 2004). Federmeier y Kutas (2000) mencionan que se puede observar una distinción entre palabras y pseudopalabras que comienza aproximadamente

200 ms después del inicio del estímulo. Sin embargo argumentan que el hecho de que el procesamiento de las palabras y las pseudopalabras se diferencie en algún nivel cerca de los 200-250 ms no necesariamente significa que el cerebro ha identificado un tipo de estímulo como una palabra y otro como una pseudopalabra. Más bien, proponen que esta diferenciación temprana se relaciona más con que el cerebro podría haber tenido mayor exposición a una clase de estímulos que a la otra o podría apreciar el hecho de que una clase de estímulos contiene más combinaciones de letras inusuales (Federmeier & Kutas, 2000).

Estudios de PRE en Niños

Coch, Maron et al. (2002) diseñaron un estudio en el que buscaban investigar el componente N400 provocado por palabras en un grupo de niños, así como corroborar los resultados encontrados en investigaciones conductuales que indican que las habilidades para utilizar las estructuras ortográficas y fonológicas se desarrollan gradual y sistemáticamente durante los primeros años de la escuela primaria, alcanzando niveles adultos en el tercer o cuarto grado. Un grupo de niños de entre 10 y 11 años de edad, con un nivel de lectura por arriba de su grado, leyeron una lista que incluía palabras reales, pseudopalabras, secuencias aleatorias de letras y secuencias de falsas letras. Se buscaba observar si los diferentes tipos de estímulos se procesaban de forma diferente entre sí, en relación con los otros y en relación con el componente N400 obtenido en investigaciones previas realizadas con adultos.

Encontraron dos resultados interesantes: En primer lugar, que las palabras y las pseudopalabras provocaron componentes muy similares, lo que, desde el punto de vista de los autores, podría deberse a que los niños probablemente analizaron las pseudopalabras como palabras reales aún no aprendidas. El segundo resultado relevante es que las secuencias aleatorias de letras y las secuencias de falsas letras también provocan un componente N400, así, se encontró que todos los estímulos de la lista provocaron un pico negativo cerca de los 400 ms, distribuido en zonas anteriores (N400ant). Los autores afirman que esto es contrario a lo que ocurre en el caso de los adultos, en quienes las secuencias aleatorias de letras y de falsas letras no provocan un N400. Esto puede sugerir que en términos de PRE, los niños son menos eficientes para distinguir entre secuencias legales e ilegales de letras. Sin embargo, parece que los niños eventualmente logran distinguir la diferencia ya que el componente N400 provocado por

las secuencias aleatorias de letras y las secuencias de falsas letras difiere en amplitud y distribución topográfica del componente provocado por las pseudopalabras y las palabras. Al respecto, los autores concluyen que el hecho de que tanto las palabras legales, como las ilegales provocaran una N400 anterior sugiere que el sistema de procesamiento de palabras en niños de 10 a 11 años es más sensible al contexto lingüístico, más abierto a las posibilidades lingüísticas y menos competente en la selección inicial de las secuencias con potencial significado para un procesamiento posterior. Proponen que la afirmación, con base en datos conductuales, de que los niños de esta edad poseen una fluidez en la lectura de palabras simples descontextualizadas como las utilizadas en las listas de estímulos en este estudio, es contradictoria con los resultados obtenidos, que parecen sugerir que el nivel de automatización alcanzado por los niños de esta edad podría estar menos consolidado de lo que se había pensado previamente (Coch, Maron et al. 2002). Sin embargo, como los mismos autores proponen, son necesarias futuras investigaciones sobre el desarrollo en las que se incluyan participantes menores y mayores a los incluidos en este estudio, para aclarar el curso en el desarrollo del procesamiento de palabras.

Lovrich, Cheng y Velting, (1996) realizaron un estudio con PRE auditivos utilizando un paradigma de categorización fonológica (rima) y otro de categorización semántica de palabras habladas, en un grupo de niños de 12 años de edad, dividido en un grupo con trastornos de lectura y en un grupo control. Los tiempos de reacción y la exactitud de las respuestas no variaron entre los grupos. En lo que respecta a los PRE en la condición de categorización fonológica, la N480 del grupo con trastornos de lectura fue más negativa que la del grupo control en sitios centroparietales, mientras que en la categorización semántica no se observaron diferencias significativas entre los grupos. Además, la amplitud de N480 fue mayor durante el proceso de clasificación semántica que durante el de categorización fonológica en el grupo control, mientras que el grupo con trastornos de lectura no presentó diferencias entre las dos condiciones. Esto podría deberse a que en el grupo control el procesamiento fonológico se encuentra automatizado mientras que en el grupo con trastornos de lectura este procesamiento requiere una mayor asignación de recursos, lo que se manifiesta en una mayor amplitud de N400.

Por su parte, Grossi, Coch, Coffey-Corina, Holcomb y Neville (2001) emplearon una tarea visual de facilitación de rima para caracterizar el desarrollo de los sistemas cerebrales importantes para el procesamiento fonológico en la lectura. Evaluaron a una muestra de 109 sujetos cuya lengua materna era el inglés, divididos por edad en ocho grupos: 7-8, 9-10, 11-12, 13-14, 15-16, 17-18, 19-20 y 21-23. Los participantes decidían si dos palabras

escritas, presentadas secuencialmente (facilitador-blanco) rimaban (JUICE-MOOSE) o no (CHAIR-MOOSE).

A nivel conductual se observó que tanto los tiempos de reacción como la exactitud de la respuesta mejoran con la edad. En cuanto a los PRE, se encontró un componente N450 que los autores denominaron *efecto de rima* (ER). Se observó que la distribución y la latencia del ER era posterior y su presencia se mantuvo estable a través de todos los grupos de edades (Grossi et al., 2001). Se describe al componente N450 como una onda negativa a los estímulos blanco, que alcanza mayores amplitudes aproximadamente a los 400-450 ms, es mayor sobre regiones posteriores derechas, mayor para estímulos blanco no-rima que para rima, que puede reflejar un proceso de comparación o pareamiento entre el sonido de las palabras dentro del almacén fonológico, y puede considerarse un índice de la sensibilidad fonológica. La ausencia de cambios a través de las diferentes edades en la distribución y la latencia del ER sugiere que los sistemas neuronales involucrados en aspectos de la conciencia fonológica registrados en tareas de rima, parecen no cambiar su organización y sus características temporales desde la mitad de la infancia hasta la adultez temprana.

Como ha quedado de manifiesto, los componentes N400 y N450 observados en adultos, también se pueden observar en niños. Por un lado, en el estudio de Coch, Maron et al. (2002), el componente N400 fue modulado durante la lectura de listas de palabras reales, pseudopalabras, secuencias aleatorias de letras y secuencias de falsas letras, en un grupo de niños de 10 y 11 años, con una distribución mayor sobre zonas anteriores. El hecho de que las palabras y las pseudopalabras produjeran PRE iguales y el componente N400 apareciera ante las secuencias aleatorias de letras y de falsas letras (efectos que no se observa en el adulto), puede servir como evidencia de diferencias en el procesamiento de palabras escritas durante el desarrollo. Sin embargo, en este trabajo no hay una comparación directa del desempeño de los niños con el desempeño de adultos y es difícil hablar de diferencia en el desarrollo cuando la muestra que participó en el estudio estaba conformada por un sólo grupo de edad (de 10 a 11 años).

Por otro lado, en el estudio de Lovrich et al. (1996) se observó que en una tarea de decisión fonológica los PRE provocados variaron dependiendo de si el grupo era de niños lectores deficientes o niños lectores normales, mientras que en una tarea de categorización semántica los PRE fueron iguales para ambos grupos. Estos resultados podrían ser evidencia de que el grado de automatización del procesamiento fonológico se ve reflejado en las características del PRE, es decir, la menor automatización de las

habilidades fonológicas, como en el caso de los grupos con trastornos de lectura, podría reflejarse en una mayor amplitud del componente N400.

Finalmente, en el estudio de Grossi et al. (2001) se observó un efecto de rima que permanece constante a través de las diferentes edades analizadas y que los autores relacionan con el proceso de pareamiento fonológico.

JUSTIFICACIÓN

Teóricamente el procesamiento fonológico y el léxico son dos elementos imprescindibles de la habilidad lectora (Anthony et al., 2002; Jiménez et al., 1999; Martin et al., 2003). También se sabe que el procesamiento fonológico antecede al procesamiento léxico y que, a medida que se van automatizando las habilidades de decodificación, el procesamiento léxico va adquiriendo mayor relevancia en el proceso de lectura (Ellis & Young, 1988; Facoetti, 2004; Martin et al., 2003; Perfetti, 1985). Aunque esta explicación parece lógica, aún no existe suficiente evidencia experimental que la apoye, ni se sabe la edad o el grado de experiencia lectora necesaria para que pueda darse dicho proceso. Además parece difícil encontrar un método puramente conductual que permita aportar evidencia contundente en este sentido.

En el campo de la electrofisiología se han descrito dos componentes relacionados con los procesamientos léxico y fonológico, N400 y N450 respectivamente. En cuanto al componente N400, se sabe que en los adultos es modulado por tareas que involucran el reconocimiento auditivo y visual de palabras y pseudopalabras presentadas en oraciones con contexto (Kutas & Hillyard; 1980), en parejas, con o sin facilitación semántica, o en listas aisladas (Bentin, 1987; Bentin et al., 1985; Coch, Maron et al., 2002; Holcomb & Neville, 1990). En los niños, este componente también es modulado durante la lectura de palabras y pseudopalabras y además durante la lectura de secuencias aleatorias de letras y secuencias de falsas letras (Coch, Maron et al., 2002).

Por otra parte, se sabe que en adultos el componente N450 se presenta ante parejas de palabras, pseudopalabras o imágenes presentadas de forma visual o auditiva, y su amplitud se modula por la manipulación fonológica de los estímulos cuando los sujetos realizan un juicio de rima explícito (Rugg; 1984a, Rugg; 1984b; Rugg & Barrett, 1987; Barret & Rugg; 1990; Praamstra & Stegeman, 1993) sin embargo, durante la manipulación de variables fonológicas sin un juicio de rima explícito estas diferencias en la amplitud sólo aparecen ante palabras. Es decir, cuando se juzgan las palabras o pseudopalabras con base en características fonológicas, las diferencias en el componente N450 aparecen ante las palabras o pseudopalabras que no riman vs. las que riman; en cambio, si se enfatiza el procesamiento léxico, las diferencias en el componente N450 sólo se presentan ante las palabras que no riman y dejan de presentarse ante las pseudopalabras

que no riman, lo cual muestra que en sujetos adultos normales el procesamiento léxico prevalece sobre el fonológico (Praamstra & Stegeman).

Estas observaciones ponen de manifiesto que mediante la técnica de los PRE es posible determinar si un tipo de estímulo lingüístico es procesado preferentemente por un tipo de características que por otro. De acuerdo a Perrin y García-Larrea (2003) hasta ahora no han sido estudiadas sistemáticamente las relaciones entre diversos “marcadores de inconcordancia” cuando se presentan simultáneamente varios tipos de discordancia con relación al lenguaje. Esto es un aspecto importante ya que colocar en competencia diversas características de un estímulo es un método directo para determinar qué tanto una característica es más relevante que otra; es decir, qué tanto sobresale, causando que el estímulo sea procesado con base en esta característica y se ignoren total o parcialmente las otras.

En el presente trabajo se propone el estudio electrofisiológico del procesamiento léxico y fonológico en un grupo de *niños lectores principiantes* de 7 y 8 años (LP); un grupo de *niños lectores con experiencia media* de 11 y 12 años (LEM) y un grupo de *adultos jóvenes* de entre 20 y 30 años (ADU), utilizando dos tareas en las que se manipulan características fonológicas de los estímulos (rima/no-rima) y léxicas (palabra-pseudopalabra) pero haciendo énfasis en un tipo de característica en cada tarea, con la finalidad de poner en competencia el procesamiento de ambos tipos de características (fonológicas y léxicas) en cada tarea. Lo anterior con el propósito de observar el tipo de procesamiento que domina durante la lectura en cada grupo.

Por lo tanto, considerando las diferencias en las habilidades de procesamiento en la lectura, se espera obtener información sobre las diferencias en el procesamiento de los estímulos en las dos tareas dependiendo de la experiencia en la lectura de los sujetos. Así, este estudio nos permitirá proporcionar evidencia acerca del grado de participación de los factores, tanto fonológicos como léxicos, en el procesamiento de las palabras presentadas visualmente en niños pequeños cuyas habilidades de lectura aún no están automatizadas, en niños mayores en los que las habilidades están más automatizadas que en los niños pequeños, pero aún no son expertos y en adultos, en los que el grado de automatización de estas habilidades es mayor. Dicha información nos permitirá establecer diferencias electrofisiológicas entre los grupos con relación al uso de la ruta (fonológica o léxica).

Considerando la manipulación experimental realizada, los efectos de las características de los estímulos pueden ser de dos tipos: efectos de facilitación o de interferencia del

procesamiento. En el primer caso, se esperaría que la presencia de cierta característica (rima o palabra) facilite la ejecución, mostrando efectos tanto a nivel electrofisiológico como conductual (menores amplitudes, mayor número de aciertos y menores tiempos de respuesta en las palabras y en la rima comparados con las pseudopalabras y la no-rima, respectivamente); estos efectos son coincidentes con los efectos de facilitación fonológica y léxica reportados en la literatura. Mientras que en el segundo caso, la ejecución se vería interferida por la presencia de estas mismas características (rima o palabra), dificultando la ejecución, tanto a nivel electrofisiológico como conductual (mayores amplitudes, menor número de aciertos y mayores tiempos de respuesta, en las palabras y los pares que riman comparados con las pseudopalabras y los pares que no-rima).

A diferencia de los efectos de facilitación fonológica y léxica, los efectos de interferencia fonológica y léxica no han sido descritos en la literatura, sin embargo, los hemos considerado como una posibilidad de ocurrencia debido a las características de las tareas y la población estudiada. En este sentido, aun a pesar de que se espera que se presenten algunos efectos de interferencia en nuestros resultados, dependiendo de la tarea a realizar y la experiencia en la lectura de los sujetos, en la sección de hipótesis, todos los efectos postulados serán de facilitación fonológica y léxica.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Estudiar el procesamiento fonológico y léxico involucrados en el proceso de lectura, en niños y adultos, utilizando como herramienta registros conductuales y electrofisiológicos, durante la ejecución de una tarea de decisión fonológica y una tarea de decisión léxica.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Analizar en los grupos de LP, LEM y ADU:

⌘ Las diferencias en los datos conductuales y de los componentes de los PRE implicados en el procesamiento de rima vs. no-rima en la *tarea fonológica* (TF)

⌘ Las diferencias en los datos conductuales y de los componentes de los PRE implicados en el procesamiento de palabras vs. pseudopalabras en la TF.

⌘ Las diferencias en los datos conductuales y de los componentes de los PRE implicados en el procesamiento de palabras vs. pseudopalabras en la *tarea léxica* (TL).

⌘ Las diferencias en los datos conductuales y de los componentes de los PRE implicados en el procesamiento de rima vs. no-rima en la TL.

⌘ Contrastar a los tres grupos en cada uno de los resultados obtenidos en las comparaciones mencionadas arriba.

HIPÓTESIS

En general, se esperaba que los efectos fonológicos y léxicos difieran como consecuencia de la tarea y del grado de experiencia en la lectura de los grupos, tanto en las medidas conductuales como electrofisiológicas.

A continuación se plantean algunas hipótesis específicas según la condición de rima/no-rima y palabra-pseudopalabra en cada tarea para cada grupo y las comparaciones correspondientes entre grupos tanto a nivel conductual como electrofisiológico².

Tarea de Decisión Fonológica

1. La ejecución de todos los sujetos será mejor en la rima que en la no-rima, reflejándose en un mayor porcentaje de aciertos y tiempos de reacción menores. Además, se observará un componente negativo hacia los 300-400 ms con amplitudes mayores en no-rima que en rima, tanto en palabra como en pseudopalabra, similar al efecto de facilitación fonológica reportado en los estudios realizados por Rugg (1984b) en los adultos y Grossi et al. (2001) en los niños.
2. No habrá diferencias entre grupos en el procesamiento de la rima y la no-rima en esta tarea.
3. Con relación a los factores léxicos, en el grupo de adultos se observarán mejores ejecuciones (mayor porcentaje de aciertos y tiempos de reacción menores) y menores amplitudes en V300-400 a la palabra que a la pseudopalabra, coincidentes con el efecto de facilitación léxica reportado en la literatura, mientras que entre los lectores principiantes y lectores con experiencia media no habrá diferencias.
4. Habrá diferencias en la ejecución entre los grupos, tanto a nivel conductual, como electrofisiológico en el procesamiento de palabras y pseudopalabras. Estas diferencias se presentarán en las comparaciones de lectores principiantes vs. adultos y lectores con experiencia media vs. adultos.

²A nivel electrofisiológico las hipótesis se plantean con relación al componente N400. Sin embargo, para estandarizar la nomenclatura que hemos utilizado en las secciones siguientes, le denominaremos V300-400, definido en la sección de Análisis de datos

Tarea de Decisión Léxica

5. A nivel conductual en el grupo de adultos se observarán mejores ejecuciones en la palabra que en la pseudopalabra, mientras que en los grupos de lectores principiantes y lectores con experiencia media no se observarán diferencias en el desempeño entre palabra y pseudopalabra. Para los datos electrofisiológicos, en el grupo de adultos se observará el componente V300-400 con amplitudes mayores en la pseudopalabra que en la palabra, coincidente con el efecto de facilitación léxica (Bentin, 1987), mientras que en los dos grupos de niños, V300-400 tendrá amplitudes similares para las palabras y pseudopalabras (Coch, Maron et al. 2002).
6. Habrá diferencias en la ejecución entre los grupos, tanto a nivel conductual, como electrofisiológico en el procesamiento de palabras y pseudopalabras. Estas diferencias se presentarán en las comparaciones de lectores principiantes vs. adultos y lectores con experiencia media vs. adultos.
7. Con relación a los factores fonológicos en V300-400, debido a que los sujetos con menor experiencia en la lectura dependen más de las habilidades fonológicas, se espera una afectación tanto a nivel conductual como electrofisiológico de la presencia de la rima/no-rima en esta tarea. Así, en las medidas conductuales en el grupo de lectores principiantes la ejecución será mejor en la rima que en la no-rima, reflejándose en un mayor número de aciertos y menores tiempos de respuesta, mientras que a nivel electrofisiológico, V300-400 en la no-rima tendrá amplitudes mayores que en la rima (efecto de facilitación fonológica). En la medida en que los lectores con experiencia media tienen mayor experiencia en la lectura, no se espera que las características fonológicas afecten ni a nivel conductual ni electrofisiológico a este grupo.
8. En el grupo de adultos, se espera que V300-400 tenga mayor amplitud en las palabras que no riman que en las que riman (efecto de facilitación fonológica), mientras que se espera que tenga una amplitud similar en las pseudopalabras que no riman que en las que riman, (Pramstra y Stegeman 1993). Estas diferencias también se reflejarán en las medidas conductuales.

9. Habrá diferencias en la ejecución entre los grupos, tanto a nivel conductual, como electrofisiológico en el procesamiento de rima y no-rima. Estas diferencias se presentarán entre el grupo de lectores principiantes y lectores con experiencia media y lectores con experiencia media y adultos.

En la [tabla 2](#) se especifican las hipótesis esperadas para cada condición en cada grupo en ambas tareas.

Tabla 2. Hipótesis a nivel conductual y electrofisiológico para la ambas tareas

Grupo	rima vs. no-rima		palabra vs. pseudopalabra	
	Conductual	Electrofisiológico ^a	Conductual	Electrofisiológico ^a
Tarea de Decisión Fonológica				
LP	En AC: R+ > R- En TR: R+ < R-	R- > R+	En AC y TR: P = S	P = S
LEM	En AC: R+ > R- En TR: R+ < R-	R- > R+	En AC y TR: P = S	P = S
ADU	En AC: R+ > R- En TR: R+ < R-	R- > R+	En AC: P > S En TR: P < S	P < S
Tarea de Decisión Léxica				
LP	En AC: R+ > R- En TR: R+ < R-	R- > R+	En AC y TR: P = S	P = S
LEM	En AC y TR: R+ = R-	R- = R+	En AC y TR: P = S	P = S
ADU	En AC: PR+ > PR-, SR+ = SR- En TR: PR+ < PR-, SR+ = SR-	PR- > PR+ SR+ = SR-	En AC: P > S En TR: P < S	P < S

Nota: porcentaje de aciertos (AC), tiempos de reacción de los aciertos (TR), rima (R+), no-rima (R-), palabra (P) y pseudopalabra (S), lectores principiantes (LP), lectores con experiencia media (LEM) y adultos (ADU).

^a Se compara la media de la amplitud en la ventana V300-400 ante las condiciones específicas en cada grupo

MÉTODO

SUJETOS

Se constituyeron tres grupos:

1. Un grupo de niños lectores principiantes (LP)
2. Un grupo de niños lectores con experiencia media (LEM)
3. Un grupo de adultos (ADU)

Criterios de Inclusión

Para el grupo de LP y de LEM:

- ⌘ niños de sexo masculino
- ⌘ diestros
- ⌘ presentar habilidades de lectura adecuadas para su edad
- ⌘ presentar un CI \geq 85
- ⌘ contar con consentimiento firmado por los padres y por los propios niños
- ⌘ contar con visión normal o corregida a nivel normal
- ⌘ estudiar la primaria en una escuela pública del Área Metropolitana de la Ciudad de México
- ⌘ Tener entre 7 y 8 años y estar cursando 2^{do} o 3^{ro} de primaria (grupo LP) o tener entre 10 y 11 años y estar en 5^{to} o 6^{to} de primaria (grupo LEM)

Para el grupo de adultos:

- ⌘ sexo masculino
- ⌘ ser diestros
- ⌘ contar con habilidades de lectura adecuadas
- ⌘ firmar un consentimiento de participación en el estudio
- ⌘ tener visión normal o corregida a nivel normal
- ⌘ ser estudiantes universitarios
- ⌘ tener entre 20 y 30 años de edad

Criterios de Exclusión

Para los tres grupos:

- ⌘ presentar una valoración neurológica anormal, realizada por un especialista
- ⌘ consumir medicamentos en el momento de las evaluaciones y el registro

Criterios de Eliminación

Para los tres grupos:

- ⌘ presentar registros electrofisiológicos con pocos segmentos libres de artefacto
- ⌘ no haber concluido todo el proceso de evaluación

Instrumentos

Para seleccionar a los niños se utilizaron los siguientes instrumentos:

- ⌘ Escala de Inteligencia Revisada para el Nivel Escolar (WISC-R) (Wechsler, 1981): Prueba de inteligencia para niños de 6 a 16 años de edad. Se aplicaron las subpruebas de información, semejanzas, aritmética, vocabulario y comprensión pertenecientes a la escala verbal; y las subpruebas de figuras incompletas, ordenación de dibujos, diseño con cubos, composición de objetos y claves, de la escala de ejecución.
- ⌘ Batería Neuropsicológica para Niños con Trastorno de Aprendizaje de la Lectura -BNTAL- (Yáñez et al., 2002): Batería neuropsicológica para evaluar las funciones cognitivas en niños. Se aplicaron las pruebas que evalúan: lateralidad, procesamiento fonológico (que incluye las subpruebas de discriminación fonológica, segmentación, categorización fonémica, síntesis de fonemas y análisis de palabras), denominación (incluyendo las subpruebas de *denominación serial rápida* -DSR- de dígitos, letras, colores, figuras y errores en la DSR), vocabulario (incluyendo Test de denominación de Boston y Test de Vocabulario Peabody) lectura (que incluía la lectura de palabras frecuentes, palabras infrecuentes, pseudopalabras y pseudopalabras homófonas), comprensión de órdenes escritas, comprensión de un texto y decisión léxica.
- ⌘ Adicionalmente se aplicó a los niños un examen neurológico y se realizó una entrevista a sus padres.

Para verificar que los adultos presentaran un nivel de lectura adecuado, se aplicaron las escalas de lectura-verbalización y comprensión lectora, de la adaptación del Test Barcelona, para su aplicación en México (Villa, 1999).

Aplicación de las Evaluaciones

La aplicación de las evaluaciones se realizó en cubículos que se encuentran dentro de las instalaciones de la Unidad de Investigación Interdisciplinaria de la FES-Iztacala, UNAM; éstos son sonoamortiguados, aislados, bien iluminados y ventilados.

En los grupos de niños se llevaron a cabo entre 3 y 5 sesiones, de aproximadamente 2 horas cada una, para completar la aplicación de las pruebas. Estas sesiones se realizaron antes de la sesión de registro de los PREs.

En el caso de los adultos, la aplicación de las escalas del Test de Barcelona se llevó a cabo en la misma sesión de registro de los PREs.

Características de la muestra

El grupo de LP se formó con 15 niños, con una media de edad de 8.4 años y un CI con $\bar{X}=113$.

El grupo de LEM se formó con 14 niños con una media de edad de 11.2 años y un CI con $\bar{X}=103$.

El grupo de ADU se formó con 18 sujetos con una media de edad de 22.3 años.

En la [tabla 3](#) se muestran las medias y la desviación estándar obtenidas por el grupo de LP y el grupo LEM en el WISC-R y en las escalas de procesamiento fonológico, denominación y vocabulario receptivo, lectura, comprensión de órdenes escritas, comprensión de un texto y decisión léxica de la BNTAL. Se observa que el CI de ambos grupos se encuentra dentro de los límites normales.

Con relación a la ejecución en las tareas de la BNTAL, se observa que de acuerdo a los baremos de la prueba, el desempeño del grupo de LP se encuentra por arriba o en el percentil 50 para la edad de 7 años en todas las tareas y entre el percentil 20 y 50 para la edad de 8 años en las tareas de denominación serial rápida de dígitos (1 segundo más que lo esperado para la edad de 8 años), denominación serial rápida de colores (1 segundo más), tiempo de lectura de palabras infrecuentes (2 segundos más), tiempo de lectura de pseudopalabras (1 segundo más) decisión léxica (1 error más que el promedio

esperado para la edad de 8 años). Cabe señalar que el grupo está compuesto por niños de 7 y 8 años de edad. En el grupo de LEM se observa un desempeño que se encuentra por arriba o en el percentil 50 para el grupo de edad en todas las tareas.

Tabla 3. Resultados de la Evaluación en el WISC-R y en las escalas aplicadas de la BNTAL en los Grupos de Niños

Escala	Grupo				
	LP \bar{X} (DS)	Ref. 7 años ^a	Ref. 8 años ^b	LEM \bar{X} (DS)	Ref. 10, 11 y 12 años ^c
WISC-R					
CI verbal	115 (9)			103 (12)	
CI ejecutivo	112 (10)			103 (13)	
CI total	113 (10)			103 (13)	
BNTAL					
Discriminación Fonológica (A)	41 (1)	41	41	42 (1)	42
Segmentación (A)	15 (4)	14	15	21 (4)	18
Categorización Fonémica (A)	31 (3)	30	28	34 (1)	32
Síntesis de Fonemas (A)	13 (5)	9	10	15 (3)	14
Análisis de Palabras (A)	37 (3)	26	33	39 (1)	37
DSR Dígitos (T)	32 (9)	33	31	24 (5)	25
DSR Letras (T)	32 (8)	40	33	24 (5)	27
DSR Colores (T)	44 (6)	49	43	34 (6)	39
DSR Figuras (T)	53 (15)	52	53	43 (8)	48
DSR (E)	2 (3)	6	2	2 (2)	2

(tabla continúa)

Tabla 3. (continuación)

Test de Denominación de Boston(A)	37 (5)	29	33	40 (6)	40
Test de Vocabulario Peabody (A)	94 (8)	80	87	102 (7)	102
Palabras Frecuentes (T)	18 (4)	22	19	11 (3)	14
Palabras Infrecuentes (T)	28 (4)	35	26	17 (5)	20
Pseudopalabras (T)	31 (5)	37	30	22 (4)	25
Pseudopalabras Homófonas (T)	34 (5)	43	34	25 (6)	29
Total Palabras (A)	58 (3)	54	56	59 (1)	59
Comprensión de Ordenes Escritas (A)	7 (1)	6	7	9 (1)	8
Comprensión de un Texto (A)	8 (2)	7	8	10 (2)	10
Decisión Léxica (T)	158 (45)	211	170	108 (47)	132
Decisión Léxica (E)	3 (2)	4	2	2 (2)	2

Nota: Coeficiente Intelectual (CI), Aciertos (A), Tiempo (T), Errores (E), Denominación Serial Rápida (DSR) Medias (\bar{X}) y Desviación Estándar (DS).

^a Valor de referencia Percentil 50 grupo de 7 años BNTAL

^b Valor de referencia Percentil 50 grupo de 8 años BNTAL

^c Valor de referencia Percentil 50 grupo de 10, 11 y 12 años BNTAL

Las puntuaciones obtenidas por el grupo de adultos en las escalas de lectura, verbalización y comprensión lectora, de la adaptación del Test Barcelona, para su aplicación en México se presentan en la [tabla 4](#). De acuerdo a los baremos de la prueba se puede observar un buen desempeño en todas las tareas.

Tabla 4. Resultados de la Evaluación en las escalas aplicadas del Test de Barcelona en el Grupo de Adultos

Escala	Medias (\bar{X}) y Desviación Estándar (DS)
lectura-verbalización	
Lectura letras	6 (0)
Lectura números	6 (0)
Lectura logatomos	6 (0)
Lectura palabras	6 (0)
Lectura texto	56 (1)
comprensión lectora	
Palabra-imagen	6 (0)
Letras	6 (0)
Palabras	6 (0)
Logatomos	6 (0)
Ordenes escritas	11 (2)
Frases y textos	8 (0)

RECOLECCIÓN DE DATOS

Estímulos

Para el registro de los PRE se utilizó un corpus compuesto por 560 parejas, que podían ser: *palabra-palabra rima* (PPR+), *palabra-palabra no-rima* (PPR-), *palabra-pseudopalabra rima* (PSR+) y *palabra-pseudopalabra no-rima* (PSR-). Un ejemplo de estos pares se muestra en la [tabla 5](#).

Tabla 5. Diseño y ejemplo de la composición de las parejas de estímulos de la prueba.

FACILITADOR	BLANCO			
	palabra		pseudopalabra	
	Rima	no-rima	rima	no-rima
<i>bur<u>buja</u></i>	<i>Agu<u>ja</u></i>			
<i>tabaco</i>		<i>re<u>po</u>te</i>		
<i>abu<u>ela</u></i>			<i>sile<u>la</u></i>	
<i>ajedrez</i>				<i>sacar<u>ro</u></i>

Nota: Cada condición se conformó con 140 parejas

Características de las palabras

Estas 560 parejas de palabras estaban conformadas por palabras y pseudopalabras con las siguientes características:

Las palabras eran en español, sustantivos, concretas, de tres sílabas y sin acento gráfico. Estas palabras se obtuvieron del diccionario infantil de Ávila (1993), del diccionario del español usual en México del Colegio de México (Lara, 1996) y de dos inventarios del lenguaje de niños mexicanos (Alva & Hernández, 2001; Alva et al., 2001).

Las pseudopalabras se construyeron utilizando las reglas fonotácticas del español, de tres sílabas, conformadas con las sílabas de las palabras utilizadas en la tarea (Se separaron las palabras en sílabas y se combinaron al azar para formarlas. Se eligieron las que conformaban pseudopalabras que seguían las reglas fonotácticas del español). Ninguna tiene acento gráfico, y hasta donde nos pudimos dar cuenta, no son parecidas fonológica u ortográficamente a palabras reales.

Los estímulos (palabras o pseudopalabras) se combinaron para formar 560 parejas diferentes. Estas parejas se conformaron con un facilitador y un blanco. El facilitador en todos los casos fue una palabra. El blanco podía ser una palabra o una pseudopalabra. Las parejas podían rimar o no rimar. Todas las palabras utilizadas tenían por lo menos otra palabra en la lista que podía rimar con ella y la rima compartía fonología y ortografía. No había relación semántica aparente entre las palabras, tampoco había facilitación de la sílaba inicial (ninguna pareja compartía el inicio, fonológica u ortográficamente). Las 560

parejas se dividieron en dos partes para conformar dos tareas con 280 parejas cada una.

Cada tarea constó de:

70 parejas de PPR+

70 parejas de PPR-

70 parejas de PSR+

70 parejas de PSR-

Ninguna palabra apareció dos veces en la misma tarea. Ninguna palabra fue facilitador o blanco dos veces en ninguna de las dos tareas. Las parejas se ordenaron de forma pseudoaleatoria (no se permitió que aparecieran más de tres pares del mismo tipo consecutivamente). Las 280 parejas de cada tarea se dividieron en 8 bloques de 35 parejas cada uno. La presentación se realizó visualmente en el monitor de la computadora de estimulación.

Antes de iniciar cada tarea se presentó al sujeto una instrucción escrita y se procedió a realizar un ensayo de prueba de la tarea, que consistió en 12 pares (4 de cada tipo) presentados de forma pseudoaleatoria y dos preguntas de verificación. Las características de presentación fueron las mismas que las de la tarea y se verificó que el sujeto comprendiera las instrucciones y respondiera correctamente en todos los pares.

Tarea de Decisión Fonológica

Los sujetos debían leer todas las palabras que aparecían en la pantalla y realizar un juicio fonológico presionando la tecla izquierda del *mouse* si la segunda palabra rimaba con la primera y la tecla derecha si no rimaba.

Tarea de Decisión Léxica

Los sujetos debía leer todas las palabras y realizar un juicio léxico presionando la tecla izquierda del *mouse* si el segundo elemento de la pareja era una palabra y la tecla derecha si no lo era.

Con la finalidad de verificar la eficiencia de las tareas, se elaboró una aplicación piloto en 164 niños de entre 7 y 13 años, registrando exclusivamente medidas conductuales. Los resultados obtenidos en esta aplicación fueron reportados en Reynoso-Alcántara et al. (2010).

Configuración y Presentación de los Estímulos

Se realizó en el programa de estimulación STIM2. Como puede verse en la [figura 2](#), al inicio de cada par aparecía un estímulo de aviso (****) para alertar sobre el inicio de la pareja, este estímulo tenía una duración de 300 ms; 700 ms más tarde aparecía el primer elemento del par, el facilitador, durante 1 segundo. Un segundo más tarde aparecía el estímulo blanco también durante un segundo, dejando otro segundo antes de aparecer nuevamente el estímulo de aviso.

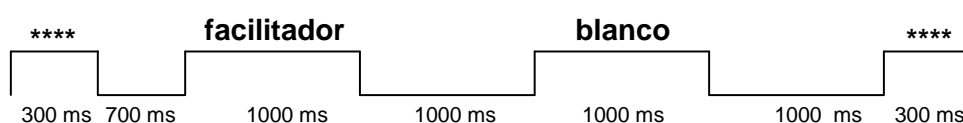


Figura 2. Secuencia y tiempo de presentación de los estímulos.

Para verificar que los sujetos leyeron todas las palabras, se insertaron en forma pseudoaleatoria 14 preguntas en el transcurso de cada tarea. En algunos ensayos, al finalizar el tiempo que se daba después de la presentación del blanco, aparecía durante tres segundos la leyenda: “¿CUÁL DE LAS SIGUIENTES PALABRAS ACABAS DE LEER?”. Después de 500 milisegundos aparecían tres palabras en la pantalla: (“i,e, 1) pantera 2) bolillo 3) incendio”) durante 3 segundos. Estas palabras eran diferentes en cada ensayo y una pertenecía a la pareja leída en el ensayo inmediatamente anterior. Algunas contenían palabras del facilitador y otras del blanco. Todas las palabras presentadas en estos ensayos aparecían en algún momento de la tarea. En estos ensayos el sujeto tenía que decir el número que correspondía a la palabra que acababa de leer. La presentación del siguiente estímulo aviso comenzaba una vez que el sujeto daba una respuesta.

Las dos tareas se presentaron en la misma sesión. Primero se presentó la tarea fonológica y después la léxica.

Método de Registro de los PRE

Los estímulos se presentaron en una computadora, mientras el sujeto estaba cómodamente sentado a 70 cm de la pantalla y con la luz apagada.

Se utilizó un sistema de registro y análisis Neuro-Scan. El registro del electroencefalograma fue continuo. El ancho de banda de los amplificadores de registro fue de 0.1 a 100 Hz. El intervalo de muestreo fue de 2 ms. El registro se realizó con 32 electrodos montados en una gorra elástica (Quick Cap). La época de análisis fue de 1200 ms con 200 ms de línea prestímulo. Se utilizó el registro del lóbulo de la oreja izquierda como referencia en línea, adicionalmente se registró el lóbulo de la oreja derecha y -fuera de línea- se realizó la promediación de ambos lóbulos para referenciar el registro. Se emplearon 4 electrodos adicionales para el registro de los movimientos oculares: arriba y abajo del ojo izquierdo (VEOG) y otros dos en el canto externo de ambos ojos (HEOG).

Registros Conductuales

Conjuntamente con los registros de PRE se registraron los tiempos de reacción y el número de aciertos de cada sujeto para cada una de las tareas.

ANÁLISIS DE DATOS

El análisis, tanto conductual como electrofisiológico, se realizó en cada categoría de estímulo.

Para observar las diferencias entre rima y no-rima se contrastaron los resultados obtenidos en los estímulos que riman vs. los que no-riman, independientemente de que fueran palabras o pseudopalabras (efecto principal de Rima), mientras que para observar las diferencias entre palabra y pseudopalabra se contrastaron los resultados obtenidos en los estímulos de palabras vs. los de pseudopalabras, independientemente de que rimaran o no rimaran (efecto principal de Palabra). Adicionalmente se contrastaron los resultados *palabra que rima* (PR+) vs. *palabra que no-rima* (PR-), *pseudopalabra que rima* (SR+) vs. *pseudopalabra que no-rima* (SR-), PR+ vs. SR+ y PR- vs. SR-, para analizar la interacción Rima x Palabra. En los siguientes apartados se describen los modelos estadísticos utilizados para realizar estos contrastes.

Todas estas comparaciones se llevaron a cabo en cada tarea por separado.

Análisis Conductual

Se analizó cada tarea por separado, para *porcentaje de aciertos* (AC) y para *tiempos de reacción de aciertos* (TR). Se llevó a cabo un ANOVA mixto de 3 vías. Los factores intra-sujetos fueron: Palabra, con los niveles palabra y pseudopalabra; Rima, con los niveles rima y no-rima. El factor entre-sujetos fue Grupo que incluyó 3 niveles: LP, LEM y ADU. Se realizaron pruebas *post hoc* de Tukey para N desiguales cuando fue necesario.

Análisis Electrofisiológico

Se analizaron las amplitudes de cada componente de los PRE (definidos a continuación) en los electrodos F3, FZ, F4, C3, CZ, C4, P3, PZ, P4, O1, OZ, O2.

Las amplitudes se midieron tomando como punto de referencia el promedio de las amplitudes del tiempo preestímulo.

Ventanas de análisis

La época de análisis de los PRE fue de 1200 ms con un tiempo preestímulo de 200 ms.

El análisis se centró en los tres picos más prominentes de la época de análisis: N1, P2 y N400. Estos picos variaron en latencia entre grupos y en algunos casos, entre condiciones, por lo que, con la finalidad de eliminar este efecto, las ventanas de análisis de cada uno de los tres picos, en cada condición, en cada grupo, se definieron tomando como referencia la latencia del pico en el electrodo Cz, (que es en donde los componentes presentaron mayor amplitud en todos los casos). Esta latencia se utilizó como punto medio de la ventana (en breve se define detalladamente cómo queda en cada condición). La duración de las ventanas varió dependiendo del pico que se trataba. La ventana de N1 tuvo una duración de 60 ms, la de P2 una duración de 80 ms y la de N400 una duración de 100 ms. Los valores de amplitud para cada ventana correspondieron a los promedios de las amplitudes de los puntos comprendidos en cada una de ellas.

Para los grupos LP y LEM, el pico máximo en N1 se localizó aproximadamente a los 120 ms en las 8 condiciones, por lo que la ventana de N1, en estos dos grupos va de 90 a 150 ms, 30 ms antes y 30 ms después del pico máximo. En el grupo de adultos el pico máximo se localizó aproximadamente a los 105 ms en todas las condiciones, por lo que la ventana va de 75 a 135 ms.

Con relación a P2, en los grupos de LP y LEM el pico máximo se localizó aproximadamente a los 215 ms en las 8 condiciones, por lo que la ventana va de 175 a 255 ms, (40 ms antes y 40 ms después del pico máximo). En el grupo de adultos el pico máximo se localizó aproximadamente a los 165 ms en todas las condiciones, por lo que la ventana que se analizó va de 125 a 205 ms.

Para el componente N400 se consideraron las ventanas que van de 50 ms antes a 50 ms después del pico máximo de cada condición en cada grupo. El pico máximo se presentó a diferentes latencias en las distintas condiciones en cada grupo. En la [tabla 6](#) se especifican las ventanas en donde se hicieron los análisis para este componente, sin embargo, para evitar confusiones utilizaremos V300-400 para referirnos a todas estas ventanas.

Tabla 6. Rango de las ventanas utilizadas para el análisis del componente N400

Grupo	Tarea Fonológica				Tarea Léxica			
	PR+	PR-	SR+	SR-	PR+	PR-	SR+	SR-
LP	275-375	285-385	270-370	300-400	305-405	280-380	295-395	280-380
LEM	305-405	285-385	295-395	300-400	305-405	300-400	305-405	310-410
ADU	260-360	310-410	270-370	320-420	305-405	315-415	310-410	300-400

Nota: palabra rima (PR+), palabra no-rima (PR-), pseudopalabra rima (SR+), pseudopalabra no-rima (SR-), lectores principiantes (LP), lectores con experiencia media (LEM), adultos (ADU).

Se realizaron análisis para la tarea fonológica y para la tarea léxica por separado. De cada tarea se analizaron las tres ventanas N1, P2 y V300-400 y en cada análisis se incluyeron los tres grupos.

En estos análisis se llevó a cabo un ANOVA mixto de 6 vías. Los factores intra-sujetos fueron: Palabra, con los niveles palabra y pseudopalabra; Rima, con los niveles rima y no-rima; Anteroposterior1 con los niveles anterior1 (F3, Fz, F4, C3, Cz y C4) y posterior1 (P3, Pz, P4, O1, Oz y O2); Anteroposterior2, con los niveles anterior2 (F3, Fz, F4 y P3, Pz, P4) y posterior2 (C3, Cz, C4, O1, Oz y O2); y Coronal, con los niveles izquierdo (F3, C3, P3 y O1), línea media (Fz, Cz, Pz y Oz) y derecho (F4, C4, P4 y O2). El factor entre-sujetos fue Grupo que incluye a LP, LEM y ADU. Se utilizó la corrección de Huynh-Feldt, para los

efectos principales o interacciones cuyos grados de libertad (gl) del numerador fueran 2 o más. Se realizaron pruebas *post hoc* de Tukey para N desiguales cuando fue necesario. Sólo se reportan las interacciones que implican Grupo, Palabra y/o Rima; adicionalmente, el factor Anteroposterior2 sólo se reporta cuando está en interacción con el factor Anteroposterior1, ya que el efecto principal Anteroposterior2 en sí mismo es irrelevante debido a que agrupa regiones cerebrales topográficamente distantes, i.e. regiones frontales vs. parietales sin embargo, en la interacción con el factor Anteroposterior1, nos permite diferenciar todos los niveles que lo componen, es decir frontal, central, parietal y occipital. El modelo se diseñó de esta forma ya que de haber optado por un solo factor Anteroposterior, los gl aumentaban debido a que este factor tendría cuatro niveles, por lo tanto, el factor se dividió en dos, con dos niveles cada uno. En la [figura 3](#) se representan las regiones que se agrupan en la interacción Anteroposterior1 x Anteroposterior2.

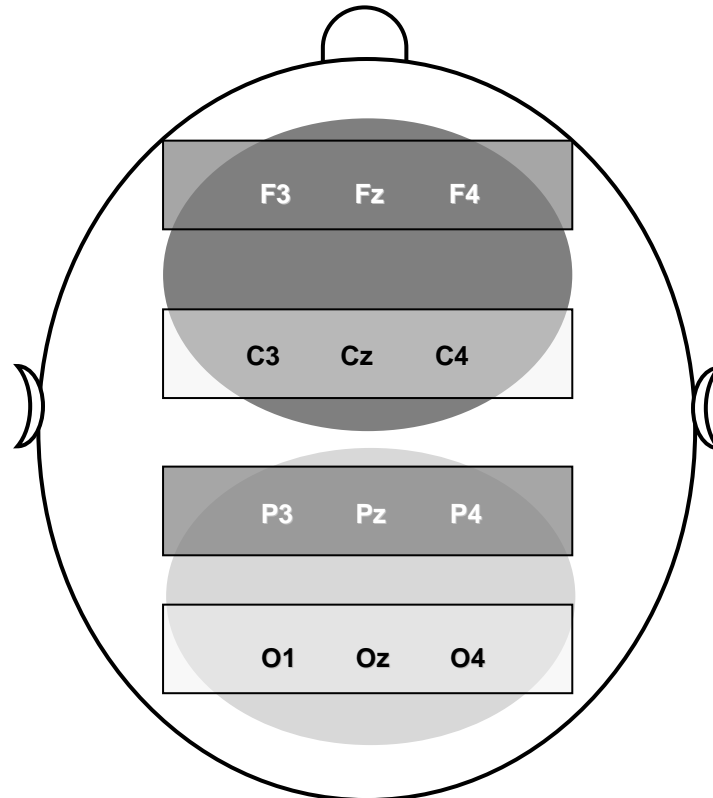


Figura 3. Representación de las regiones que se agrupan en la interacción Anteroposterior1 x Anteroposterior2.

El factor Anteroposterior1 está representado por círculos (el círculo oscuro representa el nivel Anterior1 y el círculo claro representa el nivel Posterior1), mientras que el factor Anteroposterior2 está representado por rectángulos (los dos rectángulos oscuros representan el nivel Anterior2 y los dos rectángulos claros representan el nivel Posterior2). La interacción de estos factores permite diferenciar las regiones frontal, central, parietal y occipital.

RESULTADOS

Los resultados se organizaron en dos secciones la primera con la descripción general de los resultados conductuales y de los principales componentes de los PREs (N1, P2 y V300-400) en las dos tareas, y la segunda con la descripción de los principales hallazgos que permitieron comprobar o rechazar las hipótesis planteadas. En esta sección la estrategia empleada fue juntar los aspectos tanto conductuales como electrofisiológicos que permitieron comprobar o refutar cada hipótesis para cada una de las tareas experimentales por separado. Así, por cada tarea se incluyó tanto las comparaciones intragrupo como entre grupos. En cada tarea los resultados se organizaron considerando dos aspectos: uno, en el que se describen los aspectos conductuales y electrofisiológicos relacionados con los procesamientos fonológico en la TF y léxico en la TL y el otro, con relación a lo observado en el procesamiento léxico en la TF y fonológico en la TL.

EJECUCIÓN EN LAS TAREAS

Resultados Conductuales

En las [tablas 7 y 8](#) se observan las medias y las desviaciones estándar de los AC y los TR de los lectores principiantes, los lectores con experiencia media y los adultos, en ambas tareas para cada tipo de par. De forma general, se observa que el desempeño de los grupos con mayor experiencia en la lectura fue mejor que el de los grupos con menor experiencia. Esto fue en la TL, sobre todo en AC. En los TR, los dos grupos de niños tuvieron una ejecución similar. En la TF, en el grupo de LP se observó un marcado efecto de facilitación fonológica, la condición de rima presentó mayores AC que la no-rima y presentó TR menores; en cambio en los grupos de LEM y ADU, este efecto fue muy discreto. En la TL, el desempeño conductual difirió entre los tres grupos, las diferencias fueron más evidentes entre ADU y los dos grupos de niños. En AC, en el grupo de LP se hizo evidente un efecto de facilitación fonológica, mientras que en TR este efecto no fue evidente. Los resultados más específicos se presentan en la siguiente sección.

Tabla 7. Medias (\bar{X}) y desviaciones (DE) estándar de porcentajes de respuestas correctas de la tarea fonológica y la tarea léxica.

Grupo	\bar{X} (DE) de la Tarea Fonológica				\bar{X} (DE) de la Tarea Léxica			
	PR+	PR-	SR+	SR-	PR+	PR-	SR+	SR-
LP	82	74	83	73	56	49	56	55
	(12)	(19)	(15)	(18)	(20)	(18)	(17)	(18)
LEM	90	90	87	89	83	79	76	81
	(6)	(7)	(11)	(8)	(10)	(12)	(15)	(13)
ADU	93	93	93	93	95	93	95	97
	(8)	(11)	(9)	(8)	(4)	(6)	(5)	(4)

Nota: Palabra rima (PR+), palabra no-rima (PR-), pseudopalabra rima (SR+), pseudopalabra no-rima (SR-), lectores principiantes (LP), lectores con experiencia media (LEM), adultos (ADU).

Tabla 8. Medias (\bar{X}) y desviaciones (DE) estándar de tiempos de reacción (en milisegundos) de respuestas correctas de la tarea fonológica y la tarea léxica.

Grupo	\bar{X} (DE) de la Tarea Fonológica				\bar{X} (DE) de la Tarea Léxica			
	PR+	PR-	SR+	SR-	PR+	PR-	SR+	SR-
LP	1032	1126	1055	1108	1208	1215	1239	1257
	(237)	(243)	(269)	(235)	(197)	(180)	(198)	(183)
LEM	1013	1058	1050	1070	1107	1146	1258	1238
	(240)	(237)	(244)	(235)	(195)	(171)	(170)	(174)
ADU	790	804	839	810	818	851	930	888
	(132)	(142)	(157)	(143)	(131)	(123)	(164)	(175)

Nota: Palabra rima (PR+), palabra no-rima (PR-), pseudopalabra rima (SR+), pseudopalabra no-rima (SR-), lectores principiantes (LP), lectores con experiencia media (LEM), adultos (ADU).

Componentes del PRE

En las [figuras 4, 5 y 6](#), se muestran los grandes promedios correspondientes a la tarea fonológica del grupo de LP, LEM y ADU respectivamente, en los electrodos analizados y en las [figuras 7, 8 y 9](#), se observan los correspondientes a la tarea léxica.

En ambas tareas y en los tres grupos se observaron tres picos prominentes: N1, P2 y V300-400. En los grupos de LP y LEM, N1 se observó como una negatividad cerca de los 120 ms después de la presentación del estímulo en regiones frontales, centrales y parietales, para los cuatro tipos de blanco en las dos tareas y en la misma ventana; en las regiones occipitales se observó una positividad. En el grupo de ADU N1 se observó como una negatividad cerca de los 105 ms después de la presentación del estímulo.

En los grupos de LP y LEM, P2 se observó como una positividad en las cuatro condiciones de las dos tareas cerca de los 215 ms en las regiones frontales, centrales y parietales ([figura 4, 5, 7 y 8](#)). En el grupo ADU, P2 se observó cerca de los 165 ms después de la presentación del estímulo ([figura 6 y 9](#)).

En las [figuras 4, 5, 6, 7, 8 y 9](#) se puede observar una negatividad que varía en amplitud y latencia entre los 310 y los 370 ms después de la presentación del estímulo, dependiendo del grupo y la condición. En esta negatividad es donde se observaron mayores diferencias entre condiciones en los tres grupos en ambas tareas.

A continuación se analizan los resultados en cada una de las tareas en cada grupo, con base en los resultados de los análisis estadísticos.

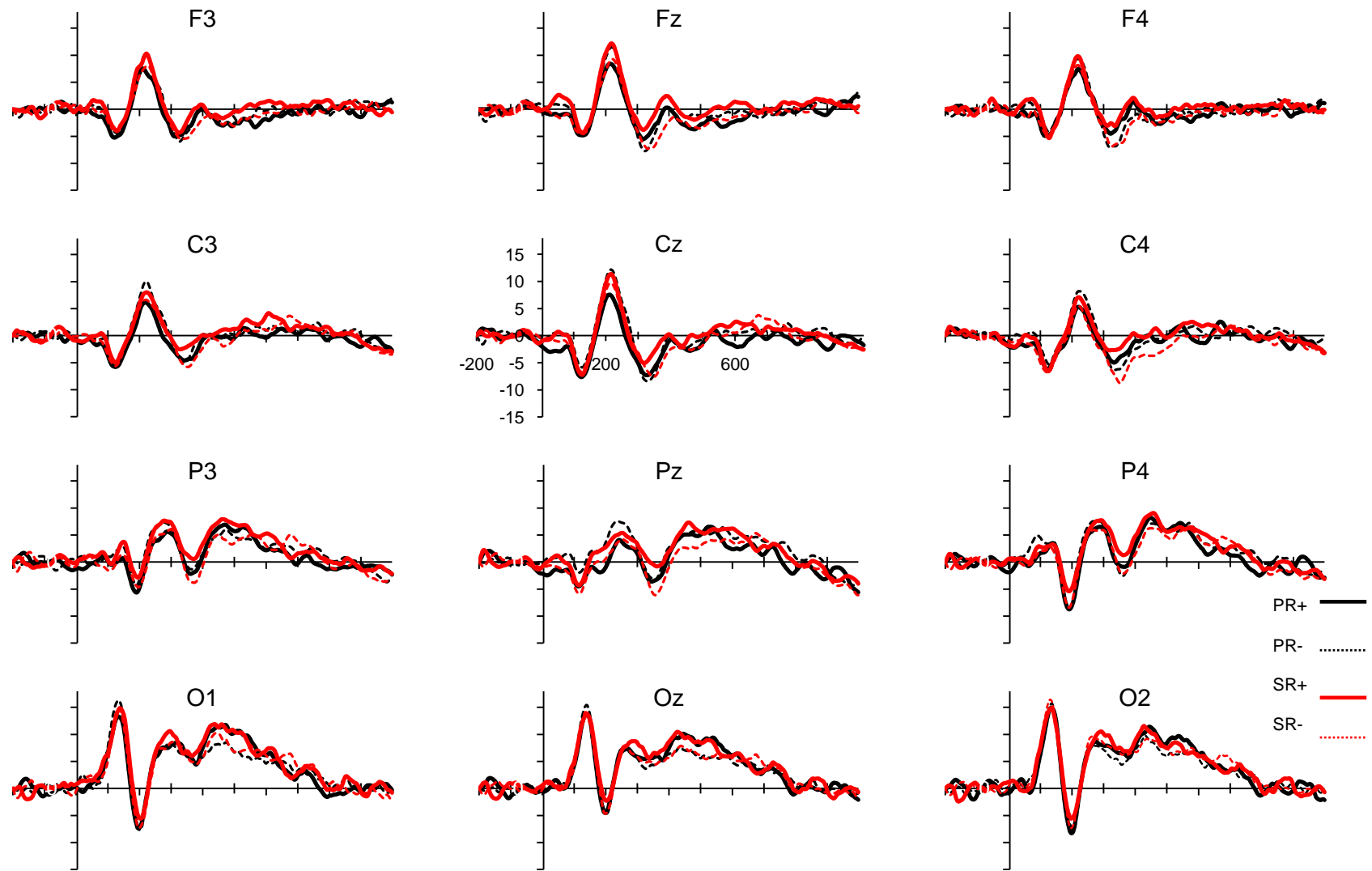


Figura 4. Grandes promedios en la tarea fonológica del grupo de lectores principiantes, en F3, Fz, F4, C3, Cz, C4, P3, Pz, P4, O1, Oz y O2 de los PREs en los blancos: palabra rima (línea negra continua), palabra no rima (línea negra discontinua), pseudopalabra rima (línea roja continua) y pseudopalabra no rima (línea roja discontinua).

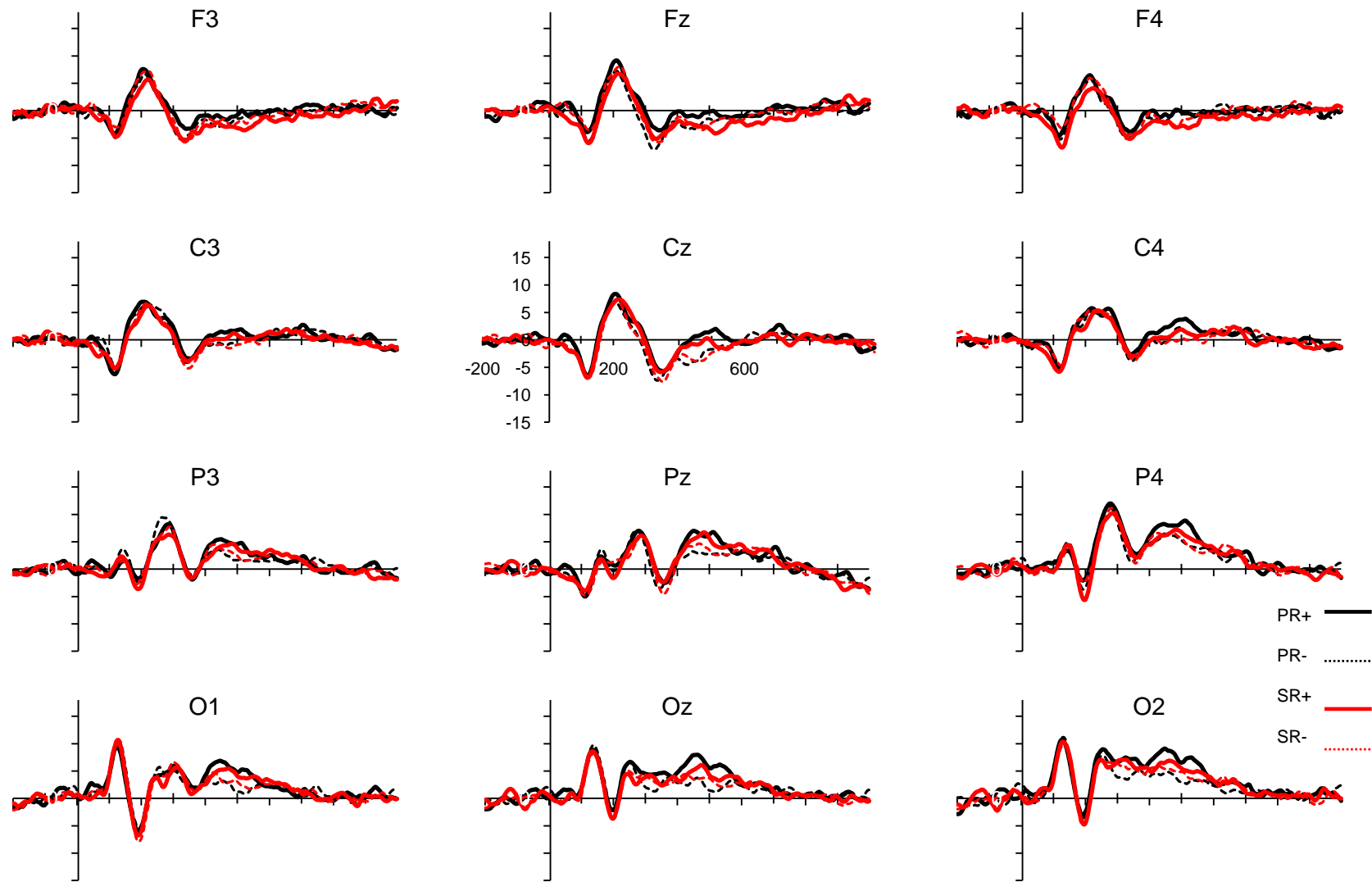


Figura 5. Grandes promedios en la tarea fonológica del grupo de lectores con experiencia media,, en F3, Fz, F4, C3, Cz, C4, P3, Pz, P4, O1, Oz y O2 de los PREs en los blancos: palabra rima (línea negra continua), palabra no rima (línea negra discontinua), pseudopalabra rima (línea roja continua) y pseudopalabra no rima (línea roja discontinua).

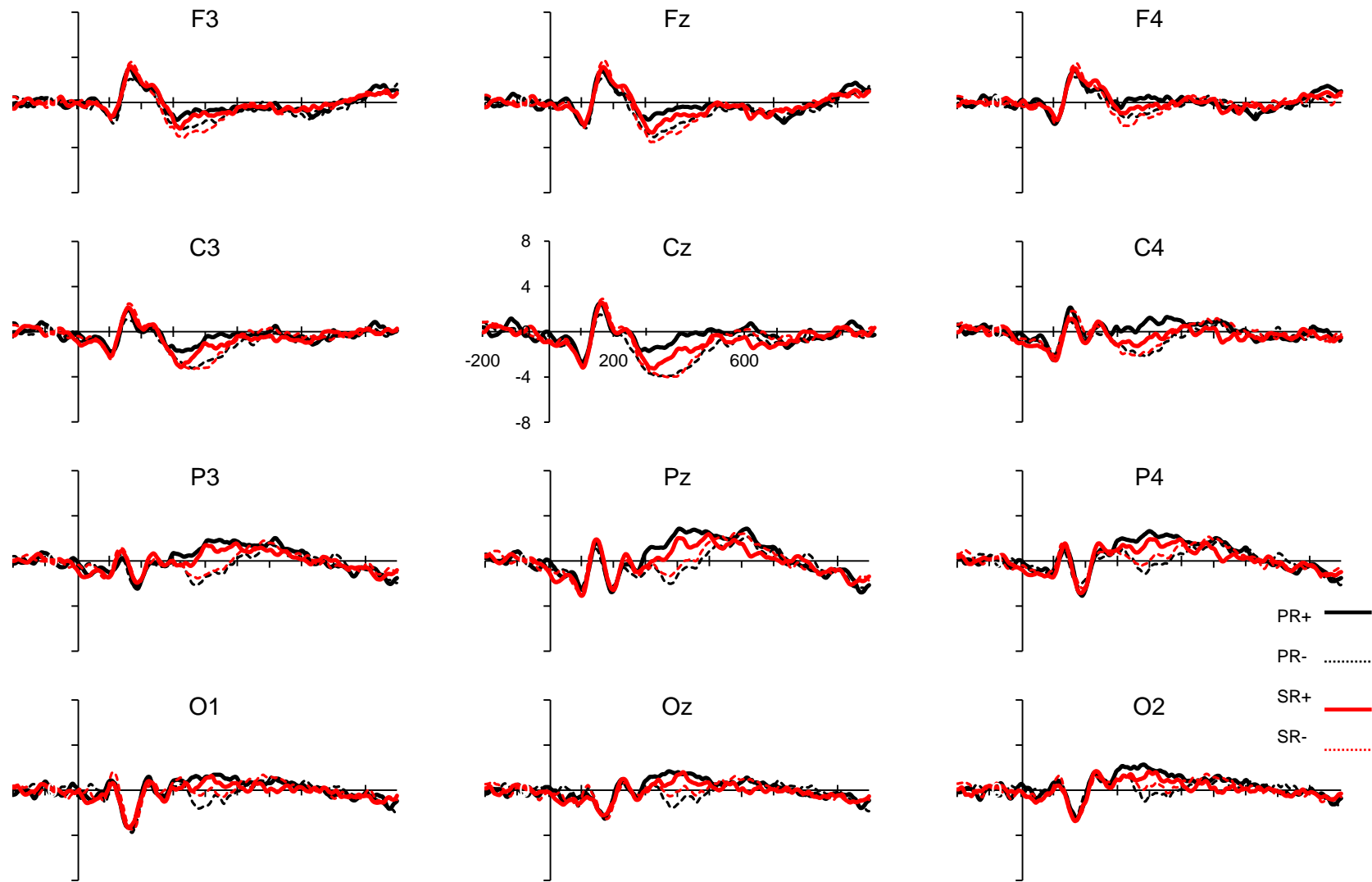


Figura 6. Grandes promedios en la tarea fonológica del grupo de adultos, en F3, Fz, F4, C3, Cz, C4, P3, Pz, P4, O1, Oz y O2 de los PREs en los blancos: palabra rima (línea negra continua), palabra no rima (línea negra discontinua), pseudopalabra rima (línea roja continua) y pseudopalabra no rima (línea roja discontinua). La escala utilizada en esta figura es menor a la escala de las figuras 4 y 5 debido a las diferencias en la amplitud entre niños y adultos.

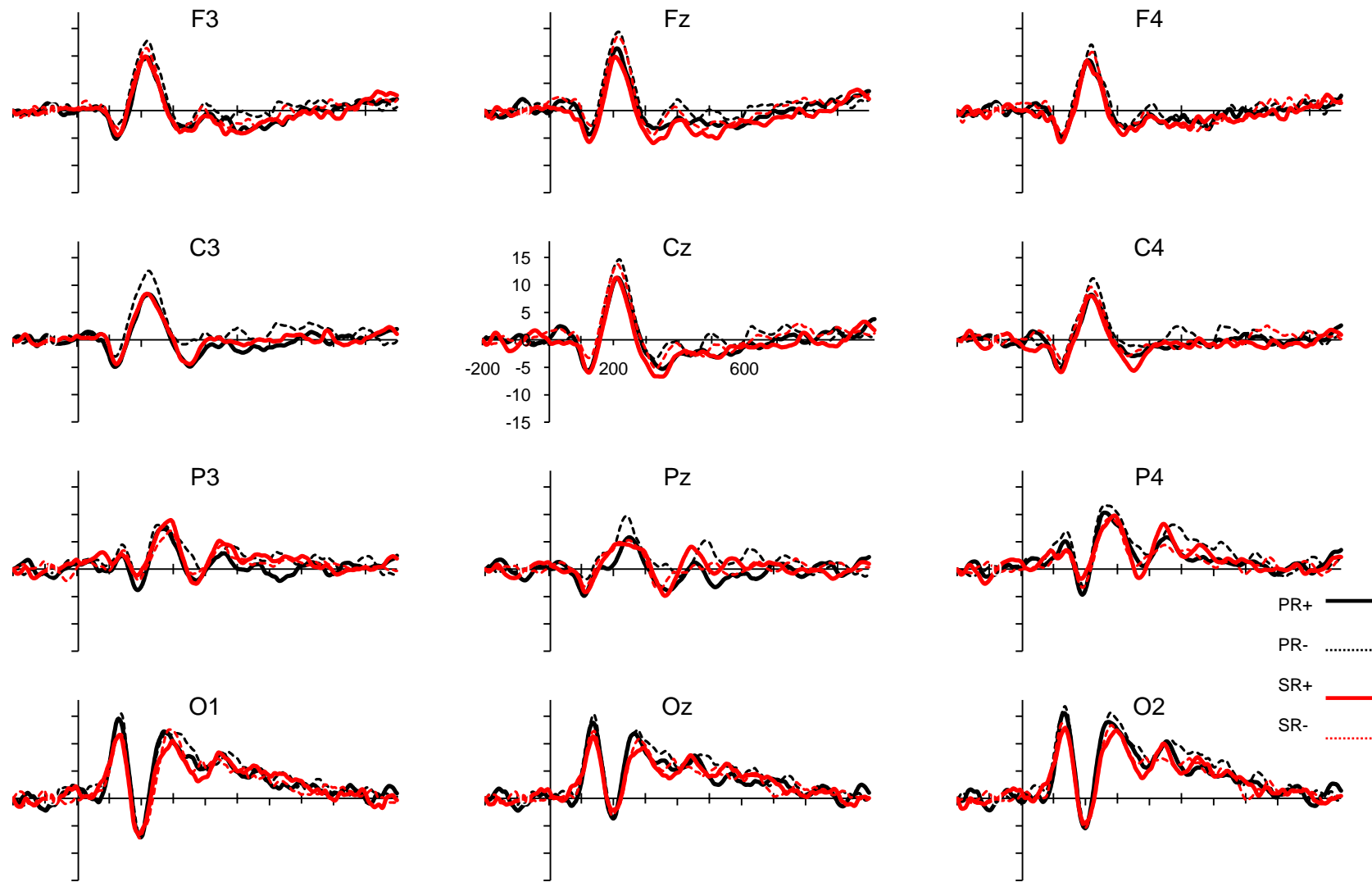


Figura 7. Grandes promedios en la tarea léxica, del grupo de lectores principiantes, en F3, Fz, F4, C3, Cz, C4, P3, Pz, P4, O1, Oz y O2 de los PREs en los blancos: palabra rima (línea negra continua), palabra no rima (línea negra discontinua), pseudopalabra rima (línea roja continua) y pseudopalabra no rima (línea roja discontinua).

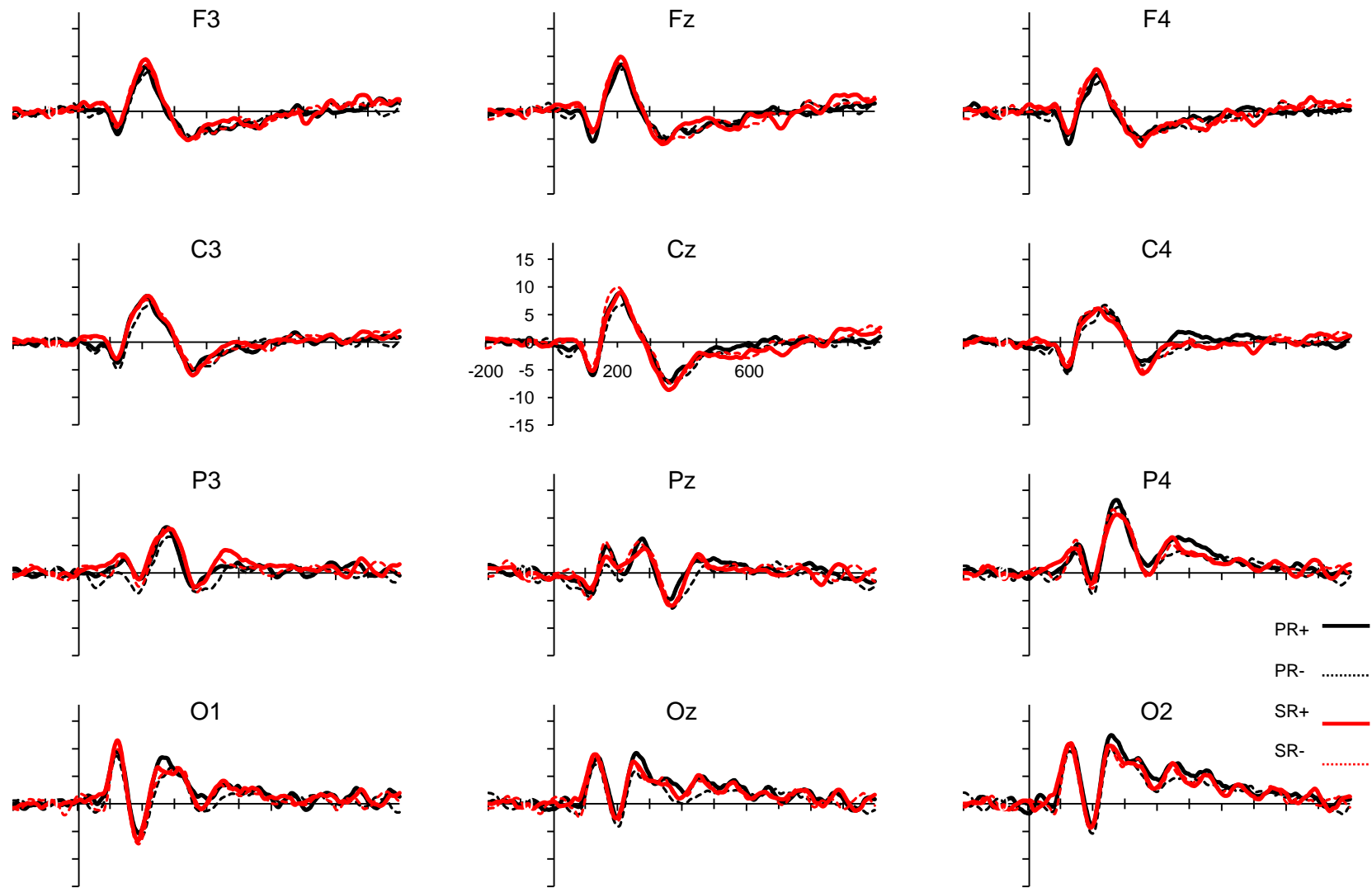


Figura 8. Grandes promedios en la tarea léxica, del grupo de lectores con experiencia media, en F3, Fz, F4, C3, Cz, C4, P3, Pz, P4, O1, Oz y O2 de los PREs en los blancos: palabra rima (línea negra continua), palabra no rima (línea negra discontinua), pseudopalabra rima (línea roja continua) y pseudopalabra no rima (línea roja discontinua).

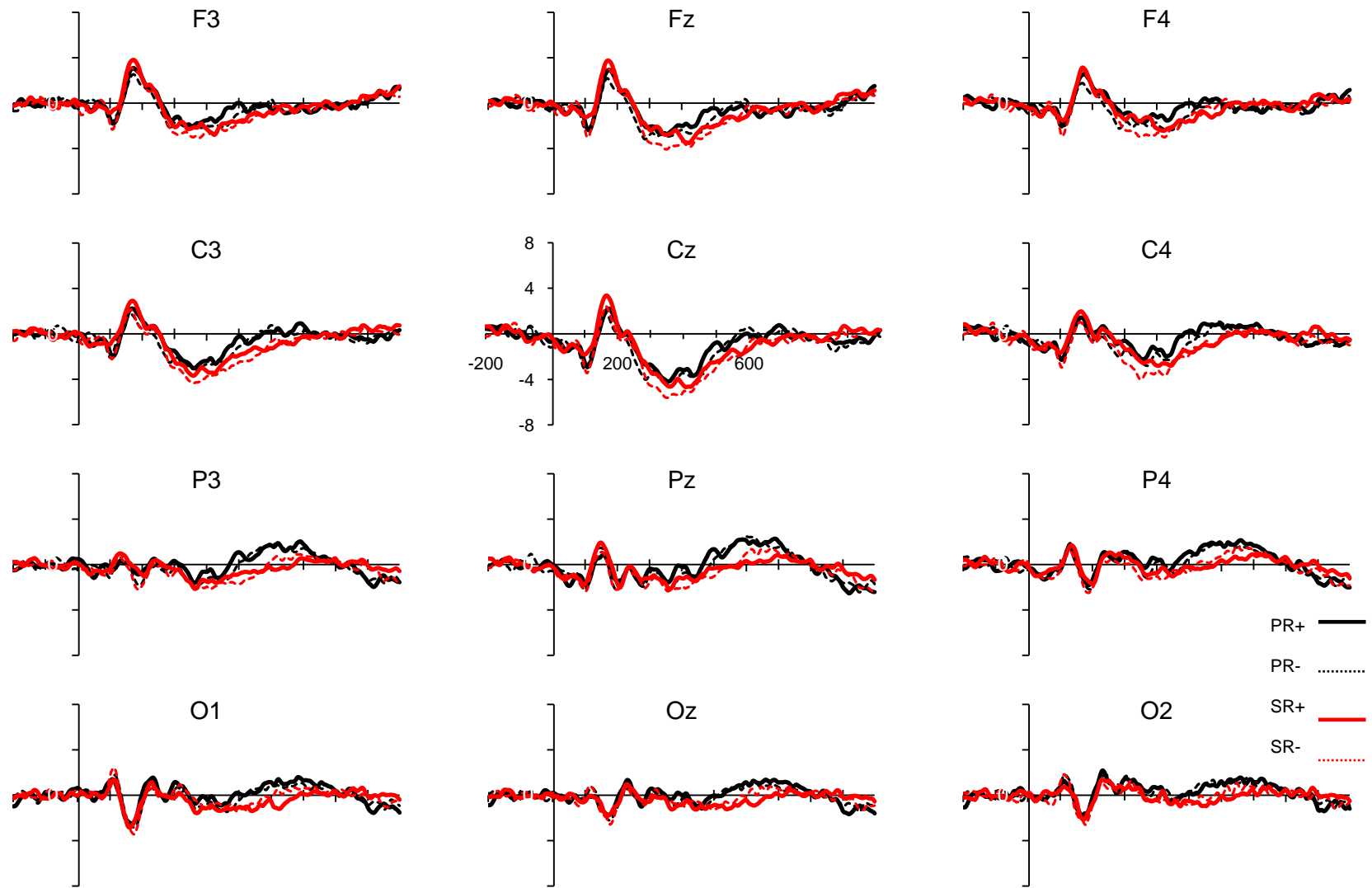


Figura 9. Grandes promedios en la tarea léxica del grupo de adultos, en F3, Fz, F4, C3, Cz, C4, P3, Pz, P4, O1, Oz y O2 de los PREs en los blancos: palabra rima (línea negra continua), palabra no rima (línea negra discontinua), pseudopalabra rima (línea roja continua) y pseudopalabra no rima (línea roja discontinua). La escala utilizada en esta figura es menor a la escala de las figuras 4 y 5 debido a las diferencias en la amplitud entre niños y adultos.

TAREA DE DECISIÓN FONOLÓGICA

Comparaciones Intragrupo

Los resultados en esta tarea con relación a las comparaciones intragrupo se resumen en la [tabla 9](#). Por un lado se presentan los resultados en lo que respecta a la comparación entre rima y no-rima, y por otro en lo que respecta a la comparación entre palabra y pseudopalabra, tanto a nivel conductual, como electrofisiológico. En esta tabla se especifican los valores estadísticos de los efectos principales y las interacciones que resultaron estadísticamente significativas, así como los valores de p en las comparaciones *post hoc*. Adicionalmente, se agregan las hipótesis para AC, TR y V300-400.

Tabla 9. Resumen de las hipótesis y los resultados de las comparaciones intragrupo de la Tarea Fonológica

Factor principal o interacción	Grupo	Resultado	Hipótesis ^a
Rima vs. No-Rima			
Porcentaje de Aciertos			
Rima x Grupo F(2, 44)=4.4600 p=.01723	LP	R+ > R-*	LP, LEM y ADU: R+ > R-
	LEM	No hay diferencias	
	ADU		
Tiempo de reacción			
Rima F(1, 44)=10.588 p=.00219	LP	R+ < R-	LP, LEM y ADU: R+ < R-
	LEM		
	ADU		
Rima x Grupo F(2, 44)=5.8112 p=.00576	LP	R+ < R-***	
	LEM	No hay diferencias	
	ADU		
N1^b			
No hay diferencias			
P2^c			
Rima x Anteroposterior1 x Anteroposterior2 x Coronal x Grupo F(4, 88)=2.8483 p=.02850	LP	R- > R+ en Cz***	
	LEM	No hay diferencias	
	ADU		
Palabra x Rima x Anteroposterior1 x Anteroposterior2 x Grupo F(2, 44)=3.2657 p=.04760	LP	PR- > PR+ en regiones: central*** parietal***	
	LEM	No hay diferencias	
	ADU		

(tabla continúa)

Tabla 9. Continuación

		V300-400^d	
Rima F(1, 44)=15.022 p=.00035	LP		
	LEM	R- > R+	
	ADU		
		R- > R+ en regiones: anterior izquierda*** anterior línea media***** anterior derecha***** posterior izquierda***** posterior línea media***** posterior derecha*****	
Rima x Anteroposterior1 x Coronal x Grupo F(4, 88)=6.0009 p=.00026	LP Fig. 10		
	LEM Fig. 11	R- > R+ en regiones: anterior línea media***** posterior línea media** posterior derecha***	
	ADU Fig. 12	R- > R+ en regiones: anterior izquierda**** anterior línea media***** anterior derecha***** posterior izquierda** posterior línea media*** posterior derecha****	LP, LEM y ADU: R- > R+
Palabra x Rima x Grupo F(2, 44)=3.2739 p=.04726	LP	SR- > SR+**	
	LEM	No hay diferencias	
	ADU		
Palabra x Rima x Anteroposterior1 x Anteroposterior2 x Grupo F(2, 44)=5.0277 p=.01080	LP Fig. 13	SR- > SR+ en regiones: frontal***** central***** parietal*****	
	LEM	No hay diferencias	
	ADU	PR- > PR+ en región: central*	

(tabla continúa)

Tabla 9. Continuación

Palabra vs. Pseudopalabra			
Porcentaje de Aciertos			
		No hay diferencias	LP y LEM: P = S ADU: P > S
Tiempo de Reacción			
Palabra F(1, 44)=11.580 p=.00143	LP LEM ADU	P < S	LP y LEM: P = S ADU: P < S
N1^b			
Palabra x Anteroposterior1 x Coronal x Grupo F(4, 88)=3.6299 p=.00873	LP LEM ADU	S > P en región: posterior línea media*	No hay diferencias
P2^c			
Palabra x Rima x Anteroposterior1 x Anteroposterior2 x Grupo F(2, 44)=3.2657 p=.04760	LP LEM ADU	PR- > SR- en región: parietal*	No hay diferencias
V300-400^d			
Palabra x Rima x Anteroposterior1 x Anteroposterior2 x Grupo F(2, 44)=5.0277 p=.01080	LP LEM ADU	PR+ > SR+ en región: central* parietal***	LP y LEM: P = S ADU: P < S

Nota: Lectores Principiantes (LP), Lectores con experiencia media (LEM), Adultos (ADU), rima (R+), no-rima (R-), palabra (P), pseudopalabra (S)

^a Sólo se formulan hipótesis con relación a porcentaje de aciertos, tiempos de reacción y amplitud de V300-400.

^b Se compara la media de la amplitud en la ventana N1 ante las condiciones específicas

^c Se compara la media de la amplitud en la ventana P2 ante las condiciones específicas

^d Se compara la media de la amplitud en la ventana V300-400 ante las condiciones específicas

*p < .05. **p < .01. ***p < .005. **** p < .0008. ***** p < .0002.

Rima vs. No-Rima en la TF

El estudio del factor principal Rima fue importante en esta tarea, porque por sí solo o en interacción con el Grupo, permitió constatar si los grupos presentaban el efecto de facilitación fonológica descrito en la literatura. Con respecto a los datos conductuales, este efecto debía ponerse de manifiesto mediante una respuesta más rápida y precisa a los estímulos que rimaban que a los que no rimaban. En lo que corresponde a los datos electrofisiológicos, el efecto debía ser evidente mediante una mayor amplitud en V300-400 a los estímulos que no rimaban en comparación con los que rimaban. Además, el estudio de este factor permitió explorar si existían diferencias entre los grupos. Por otro lado, la interacción Rima x Palabra en las comparaciones en donde se implicó rima/no-rima, (e. g. en palabra rima vs. palabra no-rima y pseudopalabra rima vs. pseudopalabra no-rima), nos permitió averiguar si, independientemente de que se trataba de palabras o pseudopalabras, el procesamiento fonológico prevaleció en esta tarea tanto a nivel conductual como electrofisiológico.

Datos conductuales

Se observó un efecto significativo en la interacción Rima x Grupo en AC. Sin embargo, sólo existieron diferencias entre rima y no-rima en el grupo de LP en el que la rima ($\bar{X}=82$) presentó un porcentaje de aciertos mayor que la no-rima ($\bar{X}=74$).

En TR hubo un efecto principal estadísticamente significativo de Rima, en donde el tiempo de respuesta a la rima ($\bar{X}=963$) fue más corto que a la no-rima ($\bar{X}=996$). En la interacción Rima x Grupo, al igual que en AC, también se observó un mejor desempeño del grupo de LP en R+ ($\bar{X}=1043$) que en R- ($\bar{X}=1117$). En los grupos de LEM y ADU no hubo diferencias significativas en esta interacción.

Datos electrofisiológicos

N1 y P2

En el componente N1 no se observó ninguna diferencia entre rima y no-rima en ninguno de los grupos.

En P2 se observaron algunas diferencias significativas sólo en el grupo de LP. Los análisis estadísticos de esta ventana mostraron que la interacción Rima x

Anteroposterior1 x Anteroposterior2 x Coronal x Grupo resultó significativa, y en los análisis *post hoc*, se observó que en el grupo de LP, P2 en Cz presentó una amplitud más positiva en la condición de R- ($\bar{X}=7.9 \mu\text{V}$) que en R+ ($\bar{X}=6.5 \mu\text{V}$). Asimismo, fue significativa la interacción Palabra x Rima x Anteroposterior1 x Anteroposterior2 x Grupo, y en las pruebas *post hoc* se observó que, también en el grupo de LP, en la región central (C3-Cz-C4) P2 presentó mayor amplitud en PR- ($\bar{X}= 7.3\mu\text{V}$) que en PR+ ($\bar{X}= 4.09 \mu\text{V}$); esto fue similar en la región parietal (P3-Pz-P4), en donde su amplitud en la condición de PR- ($\bar{X}= 2.46 \mu\text{V}$) también fue más positiva que en PR+ ($\bar{X}= -0.51 \mu\text{V}$).

V300-400

El efecto principal de Rima fue significativo. V300-400 presentó una mayor amplitud para los estímulos que no rimaban ($\bar{X}=-0.92 \mu\text{V}$) que para los que rimaban ($\bar{X}= 0.33 \mu\text{V}$).

La interacción Rima x Anteroposterior1 x Coronal x Grupo fue estadísticamente significativa. Como se puede apreciar en las [figuras 10, 11 y 12](#), en los tres grupos la amplitud de V300-400 fue más negativa en los estímulos que no rimaban que en los estímulos que rimaban. En el grupo de LP la amplitud de V300-400 en la condición de R- fue más negativa que en R+ en todas las regiones, es decir, anterior izquierda (F3-C3), anterior línea media (Fz-Cz), anterior derecha (F4-C4), posterior izquierda (P3-O1), posterior línea media (Pz-Oz) y posterior derecha (P4-O2); en la [figura 10](#) se observa que en las regiones posteriores el voltaje de V300-400 fue positivo en este grupo. Por otro lado, en el grupo de LEM, se presentó el mismo efecto, pero sólo en las regiones: anterior línea media (Fz-Cz), posterior línea media (Pz-Oz) y posterior derecha (P4-O2); al igual que en el grupo de LP, en la [figura 11](#) se puede observar que los voltajes de V300-400 en las regiones posteriores fueron positivos. Finalmente en el grupo de ADU la amplitud de V300-400 en la condición de R- fue mayor que en R+ en todas las regiones ([figura 12](#)).

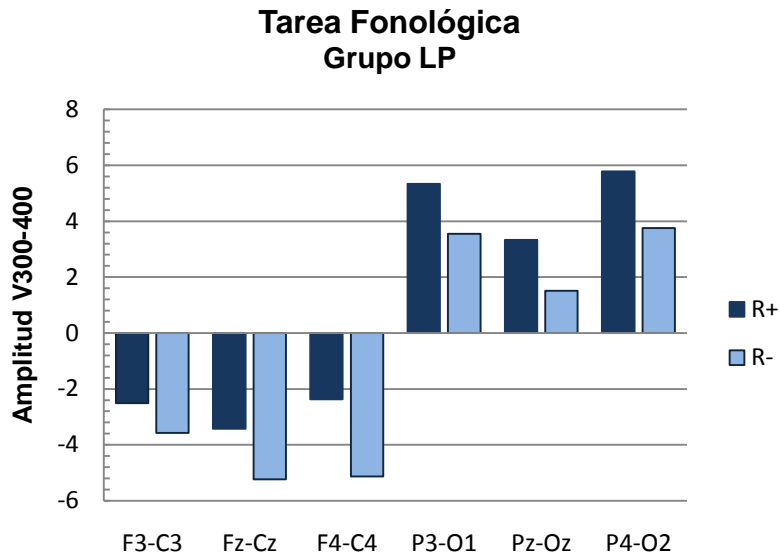


Figura 10. Diferencias en la tarea fonológica en la amplitud de la ventana V300-400 entre rima (R+) y no-rima (R-) del grupo niños lectores principiantes (LP) en las regiones anterior izquierda (F3-C3), anterior línea media (Fz-Cz), anterior derecha (F4-C4), posterior izquierda (P3-O1), posterior la línea media (Pz-Oz) y posterior derecha (P4-O2).

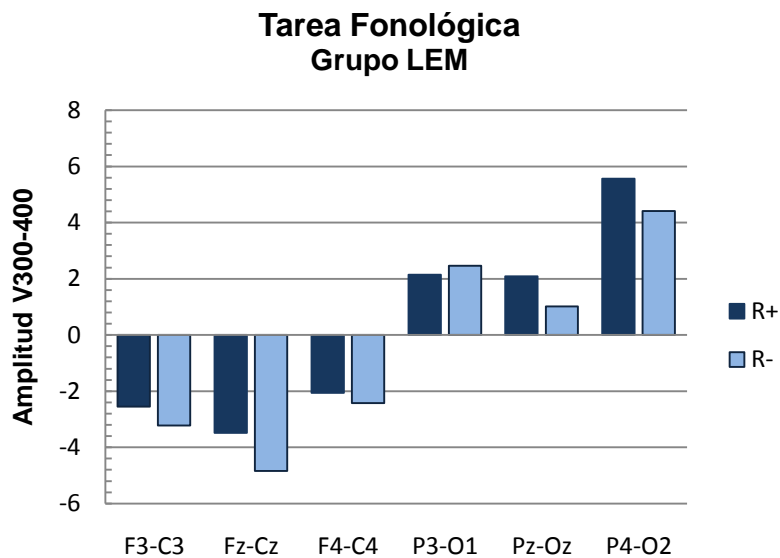


Figura 11. Diferencias en la tarea fonológica en la amplitud de la ventana V300-400 entre rima (R+) y no-rima (R-) del grupo niños lectores con experiencia media (LEM) en las regiones anterior izquierda (F3-C3), anterior línea media (Fz-Cz), anterior derecha (F4-C4), posterior izquierda (P3-O1), posterior la línea media (Pz-Oz) y posterior derecha (P4-O2).

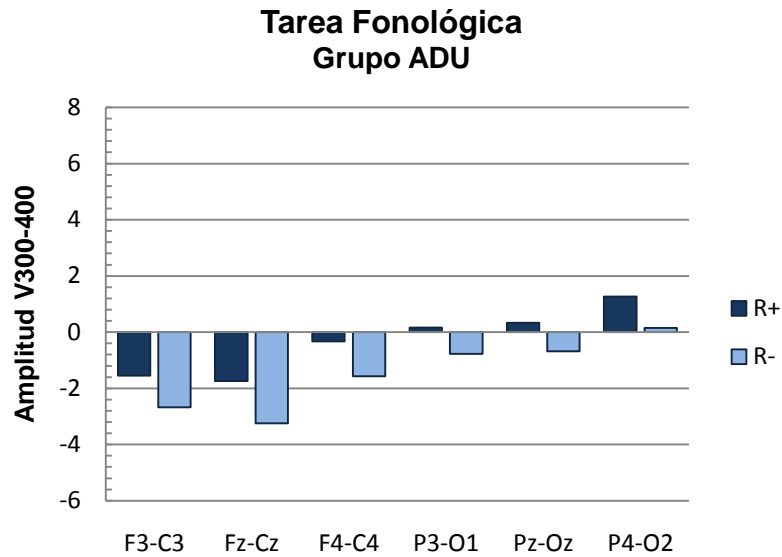


Figura 12. Diferencias en la tarea fonológica en la amplitud de la ventana V300-400 entre rima (R+) y no-rima (R-) del grupo adultos (ADU) en las regiones anterior izquierda (F3-C3), anterior línea media (Fz-Cz), anterior derecha (F4-C4), posterior izquierda (P3-O1), posterior la línea media (Pz-Oz) y posterior derecha (P4-O2).

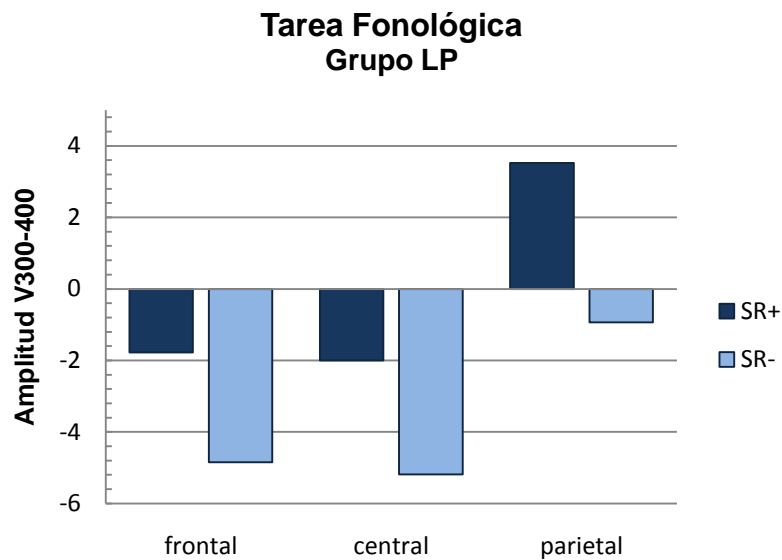


Figura 13. Diferencias en la tarea fonológica en la amplitud de V300-400 entre pseudopalabra rima (SR+) y pseudopalabra no-rima (SR-), en las regiones frontal, central y parietal del grupo de niños lectores principiantes (LP).

En esta misma ventana, al considerar la interacción Palabra x Rima, también se encontraron algunas diferencias específicas en el grupo de LP entre SR+ y SR- y en el grupo de ADU entre PR+ y PR-. La interacción Palabra x Rima x Grupo fue significativa. En el grupo de LP se observa que la amplitud de V300-400 en SR- ($\bar{X} = -1.2 \mu\text{V}$) fue más negativa que en SR+ ($\bar{X} = 2 \mu\text{V}$). Específicamente, en la interacción Palabra x Rima x Anteroposterior1 x Anteroposterior2 x Grupo, en los LP (figura 13) se observa que la amplitud de V300-400 en las regiones frontal (F3-Fz-F4), central (C3-Cz-C4) y parietal (P3-Pz-P4) fue más negativa en SR- que en SR+. En esta última interacción, en el grupo de ADU, la amplitud de V300-400 en la región central (C3-Cz-C4) fue más negativa en PR- ($\bar{X} = -2.85 \mu\text{V}$) que en PR+ ($\bar{X} = -0.92 \mu\text{V}$).

Palabra vs. Pseudopalabra en la TF

Como ya se mencionó, la influencia del tipo de palabra fue relevante ya que podía indicar una interferencia léxica en la tarea fonológica. Por tal motivo, fue importante analizar los resultados relacionados con el factor Palabra y su interacción con los factores Rima y Grupo, especialmente en las comparaciones que implicaban diferencias entre palabras y pseudopalabras, (i.e., PR+ vs. SR+ y PR- vs. SR-).

Datos conductuales

En los análisis conductuales en AC no se observaron diferencias con relación a palabra-pseudopalabra.

En TR hubo un efecto principal estadísticamente significativo de Palabra, en donde el tiempo de respuesta a las palabras ($\bar{X} = 970$) fue más corto que a las pseudopalabras ($\bar{X} = 989$).

Datos electrofisiológicos

N1 y P2

En la ventana N1 sólo en el grupo de LP se observaron algunas diferencias en el procesamiento entre palabras y pseudopalabras. La interacción Palabra x Anteroposterior1 x Coronal x Grupo fue significativa. En los análisis *post hoc* en el grupo de LP, se observó que en la línea media de la región posterior (Pz-Oz), N1 tuvo una amplitud más negativa en respuesta a las pseudopalabras ($\bar{X} = 3.3 \mu\text{V}$) que a las palabras

(\bar{X} = 4.3 μ V), aún cuando ambas tenían voltajes positivos. Los grupos de LEM y ADU no presentaron diferencias en el procesamiento entre palabras y pseudopalabras en N1.

En P2, como ya se mencionó previamente, la interacción Palabra x Rima x Anteroposterior1 x Anteroposterior2 x Grupo fue significativa, y conjuntamente con los resultados que ponen en evidencia diferencias entre rima y no-rima (mencionados arriba), también se observan diferencias entre palabra y pseudopalabra en el grupo de LP, así en la región parietal, P2 presentó una amplitud más positiva en PR- (\bar{X} = 2.5 μ V) que en SR- (\bar{X} = -0.05 μ V). Los grupos de LEM y ADU no presentaron diferencias en el procesamiento entre palabras y pseudopalabras en P2.

V300-400

En la ventana V300-400, aún a pesar de que el efecto principal Palabra no fue significativo, la interacción Palabra x Rima podía indicar interferencia léxica.

Como ya se mencionó anteriormente en las diferencias entre rima y no-rima, la interacción Palabra x Rima x Anteroposterior1 x Anteroposterior2 x Grupo fue significativa, observándose, conjuntamente con la evidencia de diferencias entre rima y no-rima, alguna evidencia de diferencias entre palabra y pseudopalabra en el grupo de LP, en donde la amplitud de V300-400 en la región central (C3-Cz-C4) fue más negativa en la condición de PR+ (\bar{X} = -4.07 μ V) que en SR+ (\bar{X} = -2 μ V), similar a lo que ocurrió en la región parietal (P3-Pz-P4), en donde la amplitud a PR+ (\bar{X} = 1 μ V) también fue más negativa que a SR+ (\bar{X} = 3.5 μ V), aún cuando ambas presentaban voltajes positivos.

Comparaciones entre grupos

En lo que respecta a las diferencias entre grupos, los datos se organizaron, reportando las diferencias en los resultados conductuales (AC y TR) y los PREs (N1, P2 y V300-400), sin importar si estas diferencias se relacionaban con rima/no-rima, palabra-pseudopalabra o con su interacción. En la [tabla 10](#) se resumen los datos encontrados en esta comparación y se especifican los valores estadísticos de los efectos principales y las interacciones que resultaron estadísticamente significativas, así como los valores de *p* en las comparaciones *post hoc*.

Tabla 10. Resumen de los resultados de las comparaciones entre grupos de la Tarea Fonológica

Factor principal o interacción	Resultado
Porcentaje de Aciertos^a	
Grupo F(2, 44)=9.4509, p=.00038	LP < LEM** LP < ADU**
Rima x Grupo F(2, 44)=4.4600, p=.01723	No-rima LP < LEM*** LP < ADU****
Tiempos de Reacción^b	
Grupo F(2, 44)=8.5394, p=.00074	LP > ADU*** LEM > ADU**
Rima x Grupo F(2, 44)=5.8112, p=.00576 Fig. 14	Rima LP > ADU* No-rima LP > ADU*** LEM > ADU*
N1^c	
Palabra x Anteroposterior1 x Coronal x Grupo F(4, 88)=3.6299, P=.00873 Fig. 15	Palabras Positiva en LP y negativa en ADU en las regiones posterior izquierda*** y posterior derecha**** Positiva en LEM y negativa en ADU en la región posterior derecha* Pseudopalabras Positiva en LP y negativa en ADU en las regiones posterior izquierda** y posterior derecha***

(tabla continúa)

Tabla 10. Continuación

P2^d	
Grupo F(2, 44)=11.446, p=.00009	LP > ADU**** LEM > ADU***
Palabra x Rima x Grupo F(2, 44)=5.9427, p=.00519	PR- LP > ADU*

V300-400^e	
No hay diferencias	

Nota: Lectores Principiantes (LP), Lectores con experiencia media (LEM), Adultos (ADU), Palabra no-rima (PR-)

^a Se compara la media de porcentaje de aciertos

^b Se compara la media de tiempos de reacción

^c Se compara la media de la amplitud en la ventana N1 ante las condiciones específicas

^d Se compara la media de la amplitud en la ventana P2 ante las condiciones específicas

^e Se compara la media de la amplitud en la ventana V300-400 ante las condiciones específicas

*p < .05. **p < .01. ***p < .005. **** p < .0008. ***** p < .0002.

Datos conductuales

En cuanto a las comparaciones específicas del desempeño entre grupos tanto en AC como en TR, hubo diferencias en la ejecución.

En general los LP presentaron un desempeño más deficiente que los LEM y los ADU; y a su vez, los LEM presentaron un desempeño menor que los ADU. Sin embargo, no todas las diferencias fueron estadísticamente significativas.

En AC el efecto principal de Grupo fue estadísticamente significativo. En los *post hoc* se observó que el grupo de LP ($\bar{X}=79$) tenía menor AC que el grupo de LEM ($\bar{X}=89$) y que el grupo de ADU ($\bar{X}=93$). En la interacción Rima x Grupo en la condición de R- el grupo de LP ($\bar{X}=74$) tenía menor AC que el grupo de LEM ($\bar{X}=90$) y que el de ADU ($\bar{X}=93$).

En el caso de TR, el efecto principal de Grupo fue significativo y se puede observar que el grupo de ADU ($\bar{X}=811$) presentó TR menores que el grupo de LP ($\bar{X}=1080$) y que el grupo de LEM ($\bar{X}=1048$). La interacción de Rima x Grupo también fue significativa y en la [figura 14](#) se observa que, tanto en la condición de R+ como en la R-, el grupo de LP presentó TR mayores que el grupo de ADU; también en la condición R-, el grupo de LEM presentó TR mayores que el grupo de ADU.

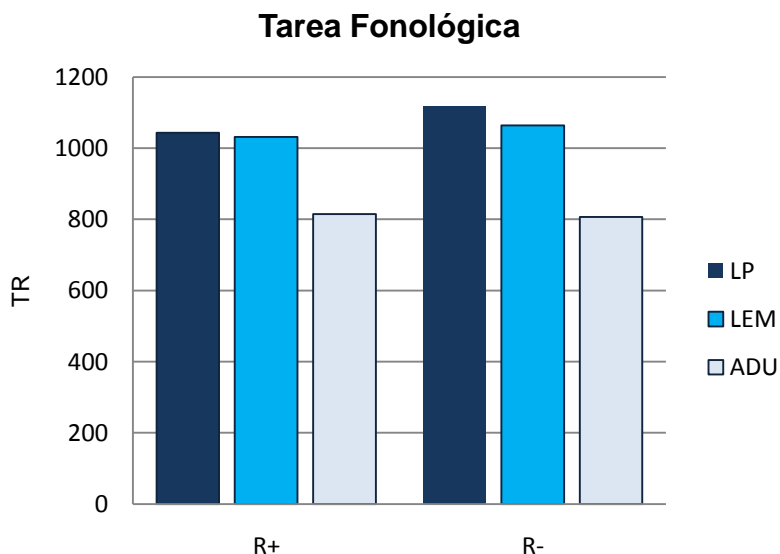


Figura 14. Diferencias en la tarea fonológica en el tiempo de reacción (TR) en las condiciones de rima (R+) y no-rima (R-) de los tres grupos (niños lectores principiantes LP, niños lectores con experiencia media LEM y adultos ADU)

Datos electrofisiológicos

N1

En la ventana N1 fue significativa la interacción Palabra x Anteroposterior1 x Coronal x Grupo. En general, las diferencias entre grupos en N1 se dieron en la región posterior. Como se puede observar en la [figura 15](#), N1 se presentó en los grupos LP y LEM con amplitud positiva en la región posterior, tanto en palabra como en pseudopalabra, siendo la amplitud más positiva en LP que en LEM, mientras que en el grupo de ADU, N1 se presentó con amplitud negativa, aunque muy cercana a cero. Los análisis *post hoc* mostraron algunas diferencias en la amplitud de N1 entre grupos en la condición de palabra, en donde hubo diferencias significativas entre LP y ADU en la región posterior izquierda (P3-O1) y en la región posterior derecha (P4-O2) y entre LEM y ADU en la región posterior derecha (P4-O2). Se observaron también diferencias en la condición pseudopalabra entre LP y ADU en la región posterior izquierda (P3-O1) y en la región posterior derecha (P4-O2).

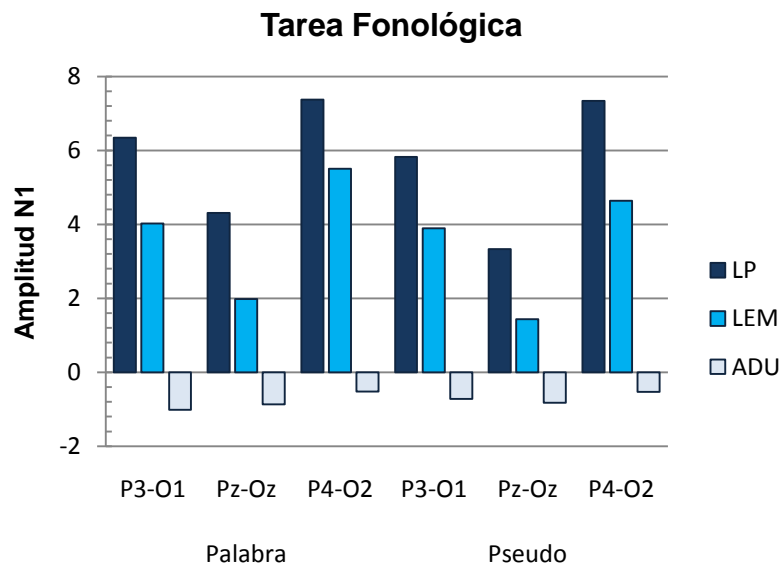


Figura 15. Diferencias en la tarea fonológica en la amplitud de la ventana N1 entre grupos (niños lectores principiantes LP, niños lectores con experiencia media LEM y adultos ADU), en las condiciones de palabra y pseudopalabra en las regiones posterior izquierda (P3-O1) posterior línea media (Pz-Oz) y posterior derecha (P4-O2).

P2

En P2 fue significativo el efecto principal de Grupo y se puede observar que los grupos de LP (\bar{X} = 3.3 μ V) y LEM (\bar{X} = 3.1 μ V) presentaron voltajes mayores que el grupo de ADU (\bar{X} = 0.07 μ V). Asimismo, la interacción Palabra x Rima x Grupo fue estadísticamente significativa, y se puede observar que en la condición PR- el grupo de LP (\bar{X} = 4.1 μ V) presentó una amplitud mayor que el grupo de ADU (\bar{X} = -0.1 μ V).

V300-400

En esta ventana no hubo ninguna diferencia entre grupos.

TAREA DE DECISIÓN LÉXICA

Comparaciones Intragrupo

Los resultados en esta tarea con relación a las comparaciones intragrupo se resumen en la [tabla 11](#). Por un lado se presentan los resultados en lo que respecta a la comparación entre palabra y pseudopalabra y por otro en lo que respecta a la comparación entre rima y no-rima, tanto a nivel conductual, como electrofisiológico. En esta tabla se especifican los valores estadísticos de los efectos principales y las interacciones que resultaron estadísticamente significativas, así como los valores de p en las comparaciones *post hoc*. Adicionalmente, se agregaron las hipótesis para AC, TR y V300-400.

Tabla 11. Resumen de las hipótesis y los resultados de las comparaciones intragrupo de la Tarea Léxica

Factor principal o interacción	Grupo	Resultado	Hipótesis ^a
Palabra vs. Pseudopalabra			
Porcentaje de Aciertos			
		No hay diferencias	LP y LEM: P = S ADU: P > S
Tiempos de Reacción			
Palabra F(1, 44)=29.804 p=.00001	LP		
	LEM	P < S	
	ADU		LP y LEM: P = S
Palabra x Rima x Grupo F(2, 44)=4.8388 p=.01260	LP	No hay diferencias	ADU: P < S
	LEM	PR+ < SR+***** PR- < SR-*****	
	ADU	PR+ < SR+*****	
N1^b			
		No hay diferencias	
P2^c			
		No hay diferencias	

(tabla continúa)

Tabla 11. Continuación

V300-400^d			
Palabra F(1, 44)=7.1332 p=.01057	LP		
	LEM	S > P	
Palabra x Rima x Anteroposterior1 x Coronal x Grupo F(4, 88)=2.6476 p=.03858	ADU		
		SR+ > PR+ en regiones: anterior línea media**** anterior derecha***	
	LP Fig. 16	SR- > PR- en regiones: anterior izquierda** posterior izquierda***** posterior línea media***** posterior derecha*****	LP y LEM: P = S ADU: S > P
	LEM	No hay diferencias	
	ADU	SR- > PR- en región: anterior línea media**	
Rima vs. No-Rima			
Porcentaje de Aciertos			
Rima x Grupo F(2, 44)=3.9414 p=.02663	LP	R+ > R- *	LP R+ > R-
	LEM		LEM R+ = R-
	ADU	No hay diferencias	ADU PR+ > PR- SR+ = SR-
Tiempos de Reacción			
		No hay diferencias	LP R+ < R- LEM R+ = R- ADU PR+ < PR- SR+ = SR-

(tabla continúa)

Tabla 11. Continuación

		N1^b	
		No hay diferencias	
		P2^c	
		No hay diferencias	
		V300-400^d	
Rima x Grupo F(2, 44)=6.9620 p=.00236	LP	R+ > R- ^{**}	
	LEM	No hay diferencias	
	ADU	No hay diferencias	
Palabra x Rima x Anteroposterior1 x Coronal x Grupo F(4, 88)=2.6476 p=.03858	LP	PR+ > PR- en regiones: anterior izquierda ^{*****} anterior línea media ^{*****} posterior izquierda ^{*****} posterior línea media ^{*****}	LP R- > R+
	LEM	posterior derecha ^{*****}	LEM R+ = R-
	ADU	SR+ > SR- en regiones: anterior línea media ^{*****} anterior derecha ^{*****} posterior izquierda ^{*****} posterior línea media ^{*****} posterior derecha ^{*****}	ADU PR- > PR+ SR- = SR+
	LEM	No hay diferencias	
	ADU	SR- > SR+ en regiones: anterior línea media [*] anterior derecha [*]	

Nota: Lectores Principiantes (LP), Lectores con experiencia media (LEM), Adultos (ADU), rima (R+), no-rima (R-), palabra (P), pseudopalabra (S)

^a Sólo se formulan hipótesis con relación a porcentaje de aciertos, tiempos de reacción y la amplitud de V300-400

^b Se compara la media de la amplitud en la ventana N1 ante las condiciones específicas

^c Se compara la media de la amplitud en la ventana P2 ante las condiciones específicas

^d Se compara la media de la amplitud en la ventana V300-400 ante las condiciones específicas

*p < .05. **p < .01. ***p < .005. **** p <.0008. ***** p <.0002.

Palabra vs. Pseudopalabra en la TL

El estudio del factor principal Palabra fue importante en esta tarea, porque por sí solo o en interacción con el factor Grupo, permitió constatar si los grupos presentaban el efecto descrito en la literatura, es decir, permitió ver si estaba presente el efecto de facilitación léxica. Con respecto a los datos conductuales permitió observar si se daba una respuesta más rápida y precisa a los estímulos que eran palabras que a los que eran pseudopalabras. En lo que respecta a los datos electrofisiológicos permitió ver si había una respuesta de mayor amplitud a los estímulos que no eran palabras comparados con los que si lo eran, independientemente de que éstos rimaban o no. También permitió explorar si existían diferencias entre los grupos. Por otro lado, el factor Palabra, interaccionando con el factor Rima en las comparaciones en donde se implicaba palabra-pseudopalabra, (e. g. en PR+ vs. SR+ y en PR- vs. SR-), nos permitió averiguar si, independientemente de que se trataba de rima o no-rima, el procesamiento léxico prevalecía en esta tarea tanto a nivel electrofisiológico como conductual.

Datos conductuales

En los análisis de los datos conductuales, en AC no se observó ningún efecto relacionado con Palabra ni con la interacción Palabra x Rima.

En TR el efecto principal Palabra fue altamente significativo, observándose que los TR fueron menores en palabra ($\bar{X}=1058$) que en pseudopalabra ($\bar{X}=1135$). La interacción Palabra x Rima x Grupo también fue significativa. Los análisis *post hoc* de esta interacción muestran que el TR del grupo de LEM fue menor en PR+ ($\bar{X}=1107$) que en SR+ ($\bar{X}=1258$) también fue menor en PR- ($\bar{X}=1146$) que en SR- ($\bar{X}=1238$). En el grupo de ADU el TR fue menor en PR+ ($\bar{X}=818$) que en SR+ ($\bar{X}=930$).

Datos electrofisiológicos

N1 y P2

No hubo diferencias en ninguno de estos dos componentes con relación a palabra-pseudopalabra en la tarea léxica.

V300-400

En V300-400 el efecto principal de Palabra fue estadísticamente significativo y se observó que en general, V300-400 presentó una amplitud más negativa como respuesta a las pseudopalabras (\bar{X} = -0.99 μ V) que a las palabras (\bar{X} = -0.24 μ V). La interacción Palabra x Grupo no presentó diferencias significativas.

La interacción Palabra x Rima x Anteroposterior1 x Coronal x Grupo, fue estadísticamente significativa. En la [figura 16](#) se puede observar que en el grupo de LP la amplitud de V300-400 en las regiones anterior línea media (Fz-Cz) y anterior derecha (F4-C4) fue más negativa en la condición de SR+ que en PR+; por otro lado, también en el grupo de LP, la amplitud de V300-400 fue más negativa en la condición SR- que en PR- en las regiones anterior izquierda (F3-C3), posterior izquierda (P3-O1), posterior línea media (Pz-Oz) y posterior derecha (P4-O2), cabe señalar que en las regiones posteriores los voltajes de V300-400 fueron positivos.

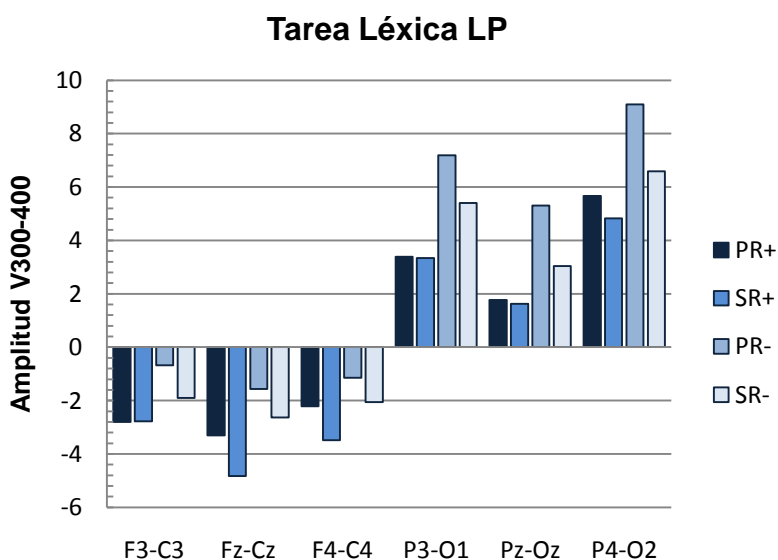


Figura 16. Diferencias en la tarea léxica en la amplitud de la ventana V300-400 del grupo niños lectores principiantes (LP) entre palabra que rima (PR+), pseudopalabra que rima (SR+), palabra que no-rima (PR-) y pseudopalabra que no-rima (SR-) en las regiones anterior izquierda (F3-C3), anterior línea media (Fz-Cz), anterior derecha (F4-C4), posterior izquierda (P3-O1), posterior línea media (Pz-Oz) y posterior derecha (P4-O2).

En esta misma interacción también hubo diferencias en el grupo de ADU en la región anterior línea media (Fz-Cz), en donde la amplitud de V300-400 en la condición de SR- (\bar{X} = -4.5 μ V) fue más negativa que en PR- (\bar{X} = -3.34 μ V).

Rima vs. No-Rima en la TL

El estudio de los efectos del factor Rima y su interacción con los factores Grupo y Palabra fue importante ya que los efectos en este factor y las interacciones, podían indicar una interferencia fonológica en la tarea léxica, que podía ser evidente especialmente en las comparaciones que implicaban diferencias entre rima y no-rima, como por ejemplo, PR+ vs.PR- y SR+ vs.SR-.

Datos conductuales

Con respecto a los análisis de los datos conductuales, en AC se observó que la interacción Rima x Grupo fue significativa y en los análisis *post hoc* hubo diferencias únicamente en el grupo de LP, en donde se observó que R+ (\bar{X} =56) tuvo un mayor porcentaje de aciertos que la R- (\bar{X} = 52). Mientras que en TR no se observó ningún efecto relacionado con diferencias entre rima y no-rima.

Datos electrofisiológicos

N1 y P2

No hubo diferencias en ninguno de estos dos componentes con relación a rima/no-rima.

V300-400

En V300-400, el efecto principal Rima no fue significativo, sin embargo, la interacción Rima x Grupo fue significativa observándose en los análisis *post hoc* diferencias únicamente en el grupo de LP, en donde la amplitud de V300-400 en la condición de R+ (\bar{X} = 0.1 μ V) fue más negativa que en la condición de R- (\bar{X} =2.22 μ V), aún cuando en ambas los voltajes fueron positivos.

Asimismo, se encontraron algunas diferencias específicas entre rima y no-rima en palabras y pseudopalabras en el grupo de LP y en pseudopalabras en el grupo de ADU. Como ya se mencionó anteriormente, la interacción Palabra x Rima x Anteroposterior1 x Coronal x Grupo resultó estadísticamente significativa. En el grupo de LP (figura 16), en los análisis *post hoc*, hubo algunas diferencias significativas, en donde la amplitud de V300-400 fue más negativa en la condición de PR+ que en PR- en las regiones anterior izquierda (F3-C3), anterior línea media (Fz-Cz), posterior izquierda (P3-O1), posterior

línea media (Pz-Oz) y posterior derecha (P4-O2); adicionalmente la amplitud de V300-400 fue más negativa en la condición de SR+ que en SR- en las regiones anterior línea media (Fz-Cz), anterior derecha (F4-C4), posterior izquierda (P3-O1), posterior línea media (Pz-Oz) y posterior derecha (P4-O2), cabe señalar que en las regiones posteriores los voltajes de V300-400 fueron positivos. En lo que respecta al grupo de ADU, en la región anterior línea media (Fz-Cz) la amplitud de V300-400 fue más negativa en la condición de SR- ($\bar{X} = -4.5 \mu\text{V}$) que en SR+ ($\bar{X} = -3.4 \mu\text{V}$); similar a lo que ocurrió en la región anterior derecha (F4-C4), en donde también la SR- ($\bar{X} = -3 \mu\text{V}$) provocó amplitudes más negativas en V300-400 que la SR+ ($\bar{X} = -1.9 \mu\text{V}$).

Comparaciones entre grupos

En la [tabla 12](#) se resumen los datos encontrados en las comparaciones entre grupos, tanto en los resultados conductuales (AC y TR), como electrofisiológicos (N1, P2, V300-400) y se especifican los valores estadísticos de los efectos principales y las interacciones que resultaron estadísticamente significativas, así como los valores de p en las comparaciones *post hoc*.

Tabla 12. Resumen de los resultados de las comparaciones entre grupos de la Tarea Léxica

Factor principal o interacción	Resultado
Porcentaje de Aciertos^a	
Grupo F(2, 44)=86.829, p=.00001	LP < LEM***** LP < ADU***** LEM < ADU*****
Rima x Grupo F(2, 44)=3.9414, p=.02663 Fig. 18	Rima LP < LEM***** LP < ADU***** LEM < ADU***
	No-rima LP < LEM***** LP < ADU***** LEM < ADU***
Tiempos de Reacción^b	
Grupo F(2, 44)=24.396, p=.00001	LP > ADU***** LEM > ADU*****
Palabra x Rima x Grupo [F(2, 44)=4.8388, p=.01260] Fig. 19	PR+ LP > ADU***
	PR- LP > ADU***
	SR+ LP > ADU* LEM > ADU*
	SR- LP > ADU*** LEM > ADU*
N1^c	
	No hay diferencias
P2^d	
Grupo F(2, 44)=15.049, p=.00001	LP > ADU***** LEM > ADU***
Rima x Grupo F(2, 44)=3.7526, p=.03128 Fig. 17	Rima LP > ADU*** LEM > ADU*
	No-rima LP > ADU***** LEM > ADU*

(tabla continúa)

Tabla 12. Continuación

V300-400^e	
Grupo F(2, 44)=6.061, p=.00473	LP < LEM* LP < ADU**
Rima x Grupo F(2, 44)=6.9620, p=.00236	No-rima LP < LEM** LP < ADU***

Nota: Lectores Principiantes (LP), Lectores con experiencia media (LEM), Adultos (ADU), rima (R+), no-rima (R-), palabra (P), pseudopalabra (S)

^a Se compara la media de porcentaje de aciertos

^b Se compara la media de tiempos de reacción

^c Se compara la media de la amplitud en la ventana N1 ante las condiciones específicas

^d Se compara la media de la amplitud en la ventana P2 ante las condiciones específicas

^e Se compara la media de la amplitud en la ventana V300-400 ante las condiciones específicas

*p < .05. **p < .01. ***p < .005. **** p < .0008. ***** p < .0002.

Datos conductuales

En cuanto a las comparaciones específicas del desempeño entre grupos, en AC el efecto principal Grupo fue estadísticamente significativo. Se observó que los grupos con menor experiencia cometieron más errores que los grupos con mayor experiencia. En los *post hoc* se observaron diferencias entre el grupo de LP ($\bar{X}=53.8$) y el grupo de LEM ($\bar{X}=79.8$), entre el grupo de LP y el grupo de ADU ($\bar{X}=94.8$) y entre el grupo de LEM y el grupo de ADU. En los análisis *post hoc* de la interacción Rima x Grupo se observó que, tanto en la condición de R+ como en R- hay diferencias en LP vs. LEM, LP vs. ADU y LEM vs. ADU. En todos los casos los LP presentaron menores AC que los LEM y ADU y a su vez los LEM menores AC que ADU (figura 17).

En TR el efecto principal Grupo fue significativo, en donde se pudo observar que el grupo de ADU ($\bar{X}=872$) presentó TR más cortos que los grupos de LP ($\bar{X}=1230$) y LEM ($\bar{X}=1187$). Asimismo, la interacción Palabra x Rima x Grupo fue significativa y en los análisis *post hoc*, tal y como se observa en la figura 18, los TR del grupo de LP fueron mayores que los del grupo de ADU en las cuatro condiciones (PR+, PR-, SR+ y SR-). Por otro lado, los TR del grupo de LEM fueron mayores que los del grupo de ADU en las condiciones SR+ y SR-.

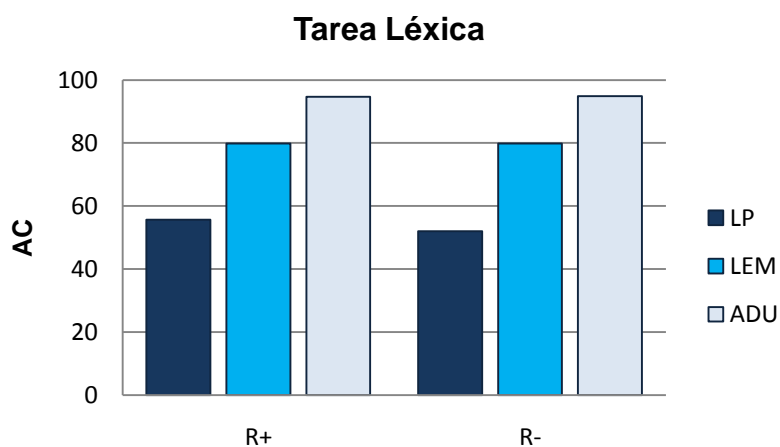


Figura 17. Diferencias en la tarea léxica en el porcentaje de aciertos (AC) entre rima (R+) y no-rima (R-) de los tres grupos (niños lectores principiantes LP, niños lectores con experiencia media LEM y adultos ADU).

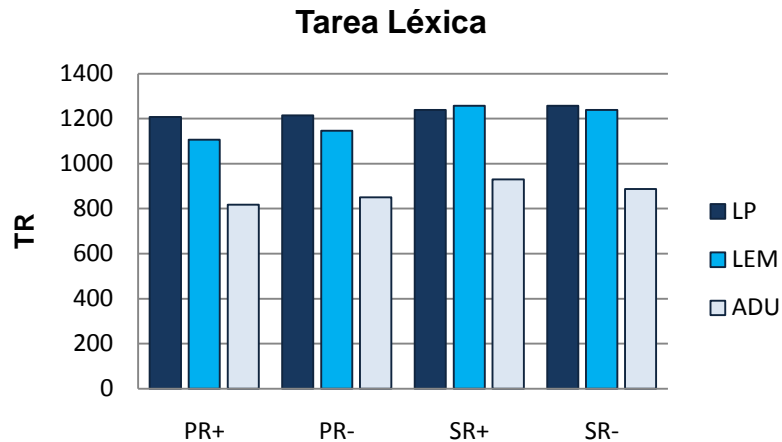


Figura 18. Diferencias en la tarea léxica en el tiempo de reacción (TR) entre palabra que rima (PR+), palabra que no-rima (PR-), pseudopalabra que rima (SR+) y pseudopalabra que no-rima (SR-) de los tres grupos (niños lectores principiantes LP, niños lectores con experiencia media LEM y adultos ADU).

Datos electrofisiológicos

N1

En esta ventana no hubo ninguna diferencia significativa entre grupos.

P2

El efecto principal Grupo fue significativo en la ventana P2. En los análisis *post hoc* se observó que los grupos de LP ($\bar{X}=5.1 \mu\text{V}$) y LEM ($\bar{X}= 3.7 \mu\text{V}$) presentaron voltajes mayores que el grupo de ADU ($\bar{X}=0.2 \mu\text{V}$).

Por otro lado, en esta ventana la interacción Rima x Grupo fue significativa. Tanto en R+ como en R- el voltaje de P2 fue significativamente mayor en los grupos LP y LEM que en el grupo de ADU (figura 19).

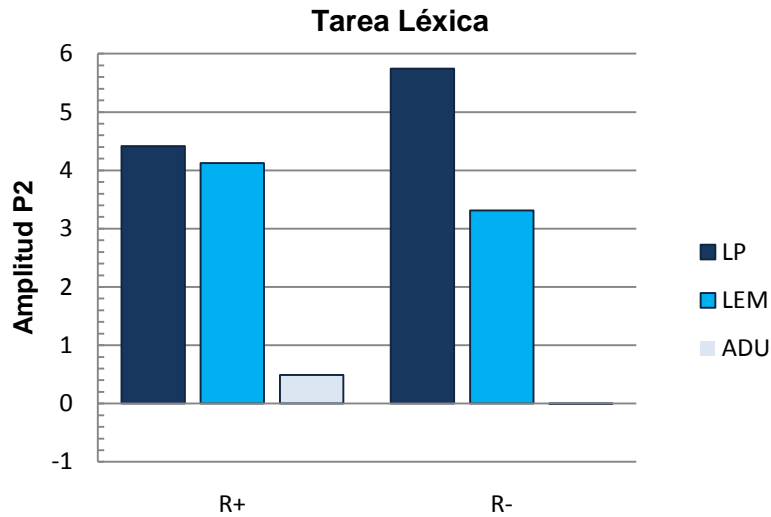


Figura 19. Diferencias en la tarea léxica en la amplitud de P2 en rima (R+) y no-rima (R-) entre grupos (niños lectores principiantes LP, niños lectores con experiencia media LEM y adultos ADU).

V300-400

En esta ventana el efecto principal Grupo fue significativo y en los análisis *post hoc* se observaron diferencias en la amplitud de V300-400 en el grupo de LP (\bar{X} =1.16 μ V) al compararlo con el grupo de LEM (\bar{X} = -1.36 μ V) y con el grupo de ADU (\bar{X} = -1.63 μ V).

Adicionalmente en los análisis *post hoc* de la interacción Rima x Grupo, se observó que en la condición de R- el grupo de LP (\bar{X} = 2.21 μ V) presentó voltajes menos negativos que los grupos de LEM (\bar{X} = -1.6 μ V) y ADU (\bar{X} = -1.9 μ V) en V300-400.

DISCUSIÓN

Según el modelo de Ellis y Young (1988), la ruta fonológica en la lectura implica el uso de habilidades de procesamiento fonológico para aplicar las reglas de correspondencia grafema-fonema en el reconocimiento del material escrito. El empleo de esta ruta tiene una gran relevancia en el proceso de lectura, sobre todo en las primeras etapas de desarrollo de esta habilidad (Facoetti, 2004). Una explicación que se ha dado a esta importancia de la ruta fonológica en las primeras etapas del desarrollo de la lectura, es que el niño aún está en el proceso de adquirir las representaciones ortográficas de las palabras, que poco a poco irá guardando en su almacén léxico y mientras tenga pocas representaciones almacenadas, tiene que reconocer las palabras mediante la aplicación de las reglas de correspondencia grafema-fonema, utilizando sus habilidades fonológicas. Conforme se incrementan las entradas en el almacén léxico, el niño va adquiriendo mayor velocidad y mejores capacidades de comprensión durante la lectura, ya que los recursos antes utilizados para aplicar las reglas de correspondencia grafema-fonema para el reconocimiento de las palabras se liberan. Así, todas las palabras que tengan una representación almacenada, serán reconocidas más fácilmente por medio de la ruta léxica (Wolf et al., 1999). Valdría suponer que en este punto del desarrollo, las habilidades de procesamiento fonológico dejan de desempeñar un papel tan relevante en la lectura de palabras. Sin embargo, estas habilidades deben de estar bien establecidas ya que siempre que el lector encuentre alguna palabra desconocida -que no tenga almacenada una representación- tendrá que aplicar las reglas de correspondencia grafema-fonema para poder leerla (Jiménez & Ortiz, 1996).

El objetivo del presente trabajo fue estudiar las habilidades de procesamiento fonológico y léxico, relacionadas con el uso de las rutas fonológica y léxica en la lectura, en sujetos con diferentes niveles de habilidad lectora. Con este fin se utilizó una tarea de decisión fonológica y una tarea de decisión léxica, que aunque no son un indicador directo del uso de estas rutas, fueron diseñadas, manipulando las características fonológicas y léxicas de los estímulos, para producir diferentes efectos en los grupos con distintos niveles de experiencia lectora que podrían reflejar el uso de una u otra ruta.

Los resultados se analizaron considerando dos puntos clave. Por un lado, se analizaron las diferencias (en el desempeño conductual y en los PREs) relacionadas con las características de los estímulos estrechamente vinculadas con la tarea, que están

descritas en la literatura y que tienen relación con las diferencias entre rima y no-rima en la tarea fonológica (Barret & Rugg; 1990; Praamstra & Stegeman, 1993; Rugg; 1984a, Rugg; 1984b; Rugg & Barrett, 1987) y las diferencias entre palabra y pseudopalabra en la tarea léxica (Bentin, 1987; Bentin et al., 1985; Coch, Maron et al., 2002; Holcomb & Neville, 1990). Por otro lado, se analizaron las diferencias que podían presentarse por el procesamiento de las características secundarias de los estímulos, no necesarias para la ejecución de la tarea; así, se estudiaron diferencias entre palabra y pseudopalabra en la tarea fonológica y entre rima y no-rima en la tarea léxica. Justamente en estas comparaciones se esperaba observar discrepancias entre los sujetos, que podrían sugerir el uso de rutas distintas dependiendo del nivel de habilidad en la lectura.

Tarea de Decisión Fonológica

Diferencias entre Rima y No-rima

Con relación a la diferencia entre rima/no-rima en la tarea fonológica, tal y cómo ha sido postulada por Barret & Rugg, 1990; Pérez-Abalo et al., 1994; Rugg, 1984a, 1984b; Rugg & Barrett, 1987 en los adultos y por Grossi et al. (2001) y Coch, Grossi et al. (2002) en niños, se esperaba que la ejecución de todos los sujetos fuera mejor en la rima que en la no-rima, es decir, que se diera un mayor porcentaje de aciertos y menores tiempos de reacción en la rima que en la no-rima. A nivel electrofisiológico se esperaba observar un componente negativo cerca de los 300-400 ms de mayor amplitud en no-rima que en rima, tanto para palabras como para pseudopalabras. En la literatura a esto se le ha denominado *efecto de facilitación fonológica* y se presenta siempre que los sujetos tienen que hacer juicios fonológicos explícitos.

En los resultados conductuales las diferencias encontradas fueron consistentes con el efecto de facilitación fonológica descrito en la literatura citada, aunque en el porcentaje de aciertos sólo hubo diferencias significativas en el grupo de lectores principiantes, mientras que en los tiempos de reacción en general, se observó que la respuesta a la rima fue más rápida que la respuesta a la no-rima. La ausencia de diferencias entre las condiciones de rima y no-rima en los porcentajes de aciertos de los grupos de lectores con experiencia media y adultos podría deberse a que para los últimos es sencillo realizar el juicio de rima y responder acertadamente en ambas condiciones, por lo que el efecto de facilitación deja de ser evidente en estos grupos en esta medida. Sin embargo, no podemos concluir que

la ejecución del grupo de lectores con experiencia media y el grupo de adultos fuera equivalente, ya que, como se discute en las diferencias entre grupos, el grupo de adultos siempre presentó mejores ejecuciones que los otros dos grupos, sobre todo en los tiempos de reacción.

En los datos electrofisiológicos, en los tres grupos la amplitud en V300-400 fue mayor en respuesta a la no-rima que a la rima, reflejando el efecto de facilitación fonológica. Sin embargo, en los grupos de lectores principiantes y adultos, el efecto fonológico tuvo alguna condicionante léxica. En los lectores principiantes esto se hizo evidente en las diferencias en la amplitud de V300-400 entre rima y no-rima que se presentaron en las pseudopalabras pero no en las palabras. En el grupo de adultos por el contrario, las diferencias entre rima y no-rima se dieron en las palabras y no en las pseudopalabras.

Adicionalmente, en el grupo de lectores principiantes la diferencia entre rima y no-rima en la amplitud de la ventana de P2 pone en evidencia un posible efecto del factor fonológico, específicamente en la condición de palabra no-rima en comparación con palabra rima, así, este efecto parece estar presente en los primeros 200 milisegundos del procesamiento en este grupo. Esto es coincidente con la propuesta de que P2 es un componente de naturaleza predominantemente fonológica (Coch, Grossi et al. 2002; Dien 2009; Silva-Pereyra et al. 2010).

En lo que respecta a las diferencias entre grupos, en algunos estudios en los que se han utilizado tareas de decisión fonológica en diferentes grupos de edad para analizar los cambios en el desarrollo del procesamiento fonológico, se han encontrado en general, cambios en todos los componentes provocados por las tareas de rima tanto en la modalidad auditiva (Coch, Grossi et al., 2002) cómo visual (Grossi et al. 2001), sin observarse diferencias entre rima/no-rima. Se ha observado que el desempeño conductual mejora con la edad y las amplitudes y latencias de los componentes del PRE varían. Nuestros datos conductuales coinciden con los datos reportados anteriormente, el desempeño mejora con la edad, ya que en los porcentajes de aciertos encontramos diferencias entre el grupo de lectores principiantes y lectores con experiencia media y adultos, sobre todo en la condición de no-rima; mientras que en los tiempos de reacción, las diferencias se dieron entre los adultos y los lectores principiantes en las dos condiciones de rima y entre los adultos y los lectores con experiencia media en la no-rima. En todos los casos la mejor ejecución la realizaron los sujetos mayores.

Respecto a los datos electrofisiológicos, en general se observó mayor amplitud de P2 en los dos grupos de niños respecto al grupo de adultos. Algunos autores han postulado que

el componente P2 también está relacionado con la reasignación de recursos atencionales y la evaluación de estímulos y se ha sugerido que su amplitud disminuye con la edad pero se incrementa con la dificultad de la tarea (Silva-Pereyra et al. 2003; Silva-Pereyra et al. 2010). Por su parte Coch y Holcomb (2003) mencionan que P200 presenta mayores amplitudes en los lectores con menor habilidad que los lectores con buenas habilidades de lectura (esto al comparar sujetos de la misma edad con diferentes niveles de habilidades en la lectura); por su parte Silva-Pereyra et al. (2003) encuentran distribuciones, latencias y amplitudes diferentes de P200 entre grupos de lectores eficientes y lectores deficientes. Bonte y Blomert, (2004) postulan que los cambios en el desarrollo en la morfología y latencia de los PRE pueden reflejar un incremento en la velocidad y eficiencia de los procesos neuronales necesarios para el reconocimiento de las palabras. En este sentido, las diferencias de amplitud entre los grupos de niños y el grupo de adultos, podrían reflejar una mayor eficiencia en el procesamiento en el grupo de adultos que en los grupos de niños.

En cuanto a las diferencias entre grupos en lo que corresponde al efecto de facilitación fonológica, algunos autores han establecido que el efecto de facilitación fonológica permanece estable desde la infancia hasta la adultez tanto en la modalidad visual como auditiva (Coch, Grossi et al., 2002; Grossi et al. 2001), es decir, no se reportan diferencias del efecto de facilitación fonológica a través de varias edades (de 7-21 años) en las que se ha estudiado este procesamiento, tanto a nivel conductual como electrofisiológico. En sentido contrario a lo anterior, en el presente estudio encontramos diferencias entre grupos relacionadas con las características fonológicas (rima/no-rima), aunque estas se dieron únicamente a nivel conductual. Sin embargo, a nivel electrofisiológico no encontramos ninguna diferencia entre grupos relacionada con el factor rima/no-rima. La ausencia de cambios a través de las diferentes edades en este efecto fonológico sugiere que los sistemas neuronales involucrados en aspectos de la sensibilidad fonológica registrados en tareas de rima, parecen no cambiar su organización y sus características temporales desde la mitad de la infancia hasta la adultez temprana (Grossi et al. 2001).

Influencia del Tipo de Palabra

El segundo punto clave en el análisis de los datos de la tarea fonológica implicó las diferencias en la ejecución relacionadas con palabra-pseudopalabra.

Considerando el modelo de doble ruta de Ellis y Young (1988), se puede decir que todas las palabras que tienen una representación ortográfica almacenada en el léxico visual del

sujeto son reconocidas más fácilmente que aquellas que no la tienen (utilizando la ruta léxica), y por lo tanto, éstas serán más fácilmente reconocidas que las pseudopalabras. Podríamos denominar este efecto como *facilitación léxica*. En este sentido, se supone que mientras menos experiencia se tenga en la lectura, habrá menos representaciones ortográficas almacenadas (Wolf et al., 1999) y es lógico pensar que los sujetos se verán menos beneficiados por el efecto de facilitación léxica. Así, se esperaría que los sujetos con poca experiencia en la lectura no presentaran diferencias entre el procesamiento de palabras y pseudopalabras, mientras que los sujetos con mayor experiencia, presentarían evidencia del efecto de facilitación léxica. Con relación a nuestras tareas, hemos postulado que el efecto de facilitación léxica implica una mejor ejecución conductual y menor amplitud de V300-400 en las palabras que en las pseudopalabras, similar a lo reportado por Bentin, (1999) y Simon et al., (2004). Sin embargo, al considerar el nivel de habilidad de lectura de nuestros grupos, se esperaba que el efecto de facilitación léxica fuera evidente en el grupo de adultos, que tienen una mayor experiencia, pero no en los grupos de niños. Sin embargo, cabe señalar que en esta tarea, los sujetos no tenían que juzgar el estatus léxico de los ítems, sino, realizar un juicio fonológico, esto puede explicar que nuestros resultados no coincidan con lo que se ha reportado en la literatura con relación al efecto de facilitación léxica, ya que, tal y como explica Bentin (1999), aún cuando el reconocimiento visual de las palabras involucra varios procesos (ortográfico, léxico-fonológico y semántico), el nivel en el que se procesan depende de las demandas de la tarea y puede ser controlado dirigiendo la atención del sujeto a un nivel específico, por ejemplo, controlando la activación del nivel léxico dirigiendo la atención del sujeto al nivel fonológico.

Nuestros datos evidenciaron un efecto léxico en los resultados conductuales, que sin embargo, contradijeron nuestras suposiciones ya que hubo un efecto de facilitación léxica en los tiempos de reacción, que no pudo ser atribuido exclusivamente al grupo de adultos. Electrofisiológicamente, en el grupo de lectores con experiencia media los datos coincidieron con nuestras hipótesis de ausencia de efecto de facilitación léxica; sin embargo, en los datos conductuales inesperadamente se presentó dicho efecto en este grupo. Asimismo, en el grupo de adultos los datos electrofisiológicos también contradijeron nuestra suposición inicial, y no hubo evidencia del efecto de facilitación léxica, aunque conductualmente tal efecto sí se presentó en los tiempos de reacción. Estos resultados podrían deberse a que la presencia de palabra-pseudopalabra no es relevante para la realización de esta tarea para los grupos de niños lectores con

experiencia media y adultos. Esto coincide con lo que propone Bentin (1999), en el sentido de que es posible controlar el nivel en el que se procesan las palabras mediante el control de las demandas de la tarea, dirigiendo la atención del sujeto a un nivel específico. Así, la ausencia de diferencias estadísticas en este sentido, podría indicar la mayor capacidad de estos sujetos para centrar su atención específicamente en las características fonológicas, relevantes para resolver esta tarea. Sin embargo, a nivel conductual sí se obtuvieron diferencias, lo que sugiere un efecto léxico a este nivel.

Los resultados electrofisiológicos del grupo de lectores principiantes en relación con las diferencias entre palabra-pseudopalabra en las tres ventanas analizadas (N1, P2 y V300-400) en esta tarea, son de especial relevancia para comprender la forma en que los niños realizan el proceso de lectura. El principal hallazgo es que la diferencia entre palabra y pseudopalabra en las tres ventanas sí muestra un efecto léxico, pero este no es un efecto de facilitación léxica.

Con relación a N1, el pico más prominente en esta ventana tiene amplitudes negativas en la mayoría de las regiones analizadas en todas las condiciones, sin embargo, en las regiones posteriores este pico es positivo. La única diferencia en esta ventana la encontramos en el grupo de lectores principiantes en la tarea fonológica en la región posterior central entre palabra y pseudopalabra, y en ambas condiciones las amplitudes son positivas. Puede decirse que la amplitud de N1 es más positiva en la palabra que en la pseudopalabra. Estas diferencias podrían relacionarse con el componente P150, descrito por Dien (2009), que aparece con un pico máximo cerca de los 150 ms sobre regiones centrales, y parece estar relacionado con un análisis perceptual temprano aunque se mencionan algunas diferencias entre palabras, pseudopalabras, secuencias de letras, símbolos y objetos. Aun cuando no hay mucha información sobre este componente, llama la atención el hecho de que las palabras tengan mayores amplitudes que las pseudopalabras, en forma similar a lo que ocurre en P2 y V300-400. Este efecto es contrario al efecto de facilitación léxica. No se consideraba que en este grupo se diera un efecto de facilitación léxica ya que estos sujetos aún no tienen mucha experiencia en la lectura y por lo tanto, en principio, tienen almacenadas pocas representaciones ortográficas, lo que los obligaría a leer palabras y pseudopalabras por la misma ruta, y por consiguiente no se beneficiarían del efecto de facilitación léxica. Adicionalmente, recordemos que en esta tarea el sujeto no recibía ninguna instrucción relacionada con la aparición de palabras y pseudopalabras y, para ejecutarla adecuadamente, su atención debía estar enfocada en las características fonológicas de los estímulos. Sin embargo, los

resultados ponen en evidencia que los estímulos no están siendo procesados exclusivamente por sus características fonológicas. No obstante, el efecto observado no coincide con el efecto de facilitación léxica, al contrario, las diferencias observadas podrían considerarse como un efecto de interferencia léxica, en donde las palabras generan mayor amplitud que las pseudopalabras. En cierto sentido, este efecto parece estar condicionado por las características fonológicas de los estímulos ya que no ocurre en ambas condiciones de rima. En P2 este efecto solo ocurre en la condición de no-rima y en V300-400 sólo ocurre en la condición de rima, por lo que podríamos considerar que está relacionado con la presencia de la rima.

Este efecto de interferencia léxica en el grupo de lectores principiantes es similar al efecto de interferencia fonológica encontrado en nuestra tarea léxica (que se discutirá más adelante) y al reportado por Bonte y Blomert (2004) en un grupo de lectores principiantes en una tarea de decisión léxica en la que también se manipulan variables fonológicas (mayor amplitud de N400 ante los pares de palabras fonológicamente relacionadas que ante las no relacionadas). Los autores argumentan que sus resultados no son reflejo de la típica discordancia fonológica ya que parece que los facilitadores relacionados fonológicamente con el blanco incrementan en lugar de disminuir, el procesamiento neuronal requerido para el reconocimiento del blanco. Bonte y Blomert argumentan que sus resultados son evidencia de que en los lectores principiantes, en comparación con los adultos, las operaciones léxicas son lentas y se dan en un nivel sub-óptimo y esto podría implicar que el procesamiento de los blancos puede ser influenciado por procesamientos residuales de los facilitadores. El hecho de que esto no ocurra en el grupo de adultos se explica debido a que en este grupo el procesamiento léxico es más rápido y automatizado (Bonte & Blomert, 2004).

Nuestros datos apuntan a que la poca experiencia en la lectura del grupo de lectores principiantes se refleja en la poca eficiencia para controlar el nivel en el que se procesan las palabras de acuerdo con las demandas de la tarea (nivel fonológico), cabe decir que en los grupos de adultos y lectores con experiencia media este control parece evidente.

En lo que respecta a las diferencias entre grupo relacionadas con palabra-pseudopalabra, considerando las diferencias en los niveles de lectura de nuestros grupos y las implicaciones que hemos mencionado con respecto al efecto de facilitación léxica, esperábamos diferencias en la ejecución entre los grupos, tanto a nivel conductual como electrofisiológico en el procesamiento de palabras y pseudopalabras, y que se presentaran al comparar al grupo de adultos con los dos grupos de niños. Sin embargo,

los datos conductuales no mostraron dichas diferencias. A nivel electrofisiológico, tampoco hubo diferencias en V300-400, aunque sí algunas diferencias en N1 y P2. En la ventana de N1 en la condición de palabras, hubo diferencias entre el grupo de adultos y los dos grupos de niños y en la condición de pseudopalabras entre lectores principiantes y adultos. En P2, se observaron diferencias específicas en palabra no-rima entre lectores principiantes y adultos. El que en los componentes N1 y P2 se den diferencias entre el grupo de adultos y los dos grupos de niños, relacionadas de alguna forma con palabra-pseudopalabra, podría implicar que los niños procesan la información léxica de manera diferente que los adultos desde etapas tempranas del procesamiento (antes de los 200 ms). Las diferencias en P2 pueden explicarse considerando la idea de que este componente está relacionado con la asignación de recursos atencionales y la evaluación de estímulos (Silva-Pereyra et al. 2003; Silva-Pereyra et al. 2010).

En resumen, en la tarea de decisión fonológica las conclusiones más importantes fueron: a) hubo un efecto de facilitación fonológica a nivel conductual, sin embargo en porcentaje de aciertos el efecto sólo fue significativo en el grupo de lectores principiantes, lo que podría interpretarse como evidencia de que para los lectores con experiencia media y los adultos fue fácil realizar el juicio de rima; b) hubo un efecto de facilitación fonológica en los tres grupos a nivel electrofisiológico en V300-400 coincidente con lo reportado en la literatura; c) en el grupo de lectores principiantes este efecto también se observó en P2 y coincide con la propuesta de que P2 es un componente de naturaleza predominantemente fonológica; d) los datos conductuales muestran que en general el desempeño mejora con la edad y que se presentan algunas diferencias entre grupos relacionadas con rima/no-rima; e) sólo en P2 se dieron diferencias entre grupos sin considerar las condiciones manipuladas; f) cuando se consideran las condiciones manipuladas, las diferencias sólo se dan el palabra-pseudopalabra tanto en N1 como en P2; g) en todos los casos las amplitudes fueron mayores en los grupos con menor experiencia, lo que puede reflejar poca eficiencia en el procesamiento; h) no hubo diferencias entre los tres grupos en el efecto de facilitación fonológica a nivel electrofisiológico, coincidente con la idea de que los sistemas involucrados en aspectos de la sensibilidad fonológica parecen mantenerse estables desde la infancia; i) en el grupo de lectores principiantes hubo un efecto de interferencia léxica a nivel electrofisiológico, que podría ser reflejo de la falta de control de sus recursos de atención que no se pueden centrar exclusivamente en las características fonológicas de los estímulos; y finalmente, j) hubo un efecto de facilitación léxica a nivel conductual en los tres grupos.

Tarea de decisión Léxica

Diferencias entre Palabra y Pseudopalabra

En la tarea léxica, la presencia de la palabra y la pseudopalabra es la característica estrechamente vinculada con su ejecución. En relación con esto, de acuerdo al modelo de doble ruta, se esperaba que los adultos presentaran un efecto de facilitación léxica en las medidas conductuales y electrofisiológicas (Bentin 1987). Sin embargo, no esperábamos observar evidencias del efecto de facilitación léxica en los dos grupos de niños (Coch, Maron et al., 2002).

Nuestros resultados mostraron un efecto de facilitación léxica en los tres grupos. Específicamente los datos conductuales evidenciaron un efecto general de facilitación léxica en los tiempos de reacción. Este efecto fue evidente en el grupo de adultos en la condición de rima y, contrario a lo que se esperaba, en el grupo de lectores con experiencia media, tanto en la condición de rima como en no-rima. Respecto a los datos electrofisiológicos, en la ventana V300-400, el efecto de facilitación léxica se presentó sin considerar el grupo. Cuando se consideró al grupo, este efecto se presentó en el grupo de lectores principiantes tanto en la condición de rima como de no-rima y en el grupo de adultos sólo en la condición de no-rima. Los resultados observados en los tres grupos, tanto en los datos electrofisiológicos como en los conductuales, corresponden con el efecto de facilitación léxica; sin embargo, sólo se esperaba este efecto en el grupo de adultos. La presencia de este efecto en el grupo de lectores principiantes y en el de lectores con experiencia media, va en contra de nuestras hipótesis, ya que considerábamos que en estos grupos, las pseudopalabras iban a ser procesadas de forma similar a las palabras (Coch, Maron et al., 2002).

De acuerdo con el modelo de adquisición de la lectura, revisado en la sección introductoria (Jiménez & Ortiz, 1996), en las primeras etapas de desarrollo, los lectores tienen muy pocas representaciones ortográficas almacenadas, por lo que utilizan las reglas de correspondencia grafema-fonema para reconocer la mayoría de las palabras que leen y por esta razón las palabras se leen igual que las pseudopalabras. Así, se esperaba que los niños, sobre todo el grupo de lectores principiantes, no presentara el efecto de facilitación léxica. La presencia del efecto de facilitación léxica en los niños podría indicar cierto grado de madurez (no esperado) que permite a los sujetos procesar

diferencialmente palabras y pseudopalabras. La teoría postula que el procesamiento directo de palabras involucra menor cantidad de recursos que el procesamiento fonológico y que en el procesamiento de pseudopalabras, debido a que estos dos últimos se basan en la conversión de grafema a fonema, que implica la utilización de mayores recursos (Perfetti, 1985). Entonces podemos conjeturar que las diferencias de procesamiento entre palabras y pseudopalabras, reflejadas por diferencias en la amplitud de V300-400, podrían interpretarse diciendo que las palabras se procesan de forma directa, mientras que las pseudopalabras se procesan por la conversión de grafema a fonema, lo cual se refleja en mayor amplitud de V300-400. Lo anterior sugiere que los dos grupos de niños son capaces de procesar las palabras de forma directa, sin recurrir a la conversión grafema-fonema.

Cabe señalar que la interpretación más ampliamente utilizada de las diferencias en la amplitud en la ventana de análisis de V300-400 con relación a palabra-pseudopalabra se basa en el análisis de las características léxicas de estímulo, es decir, se propone que la diferencia en la amplitud entre palabras y pseudopalabras podría ser interpretada como el resultado de una búsqueda más larga dentro de la memoria a largo plazo, ya que es necesario realizar una búsqueda de la palabra en todo el lexicon mental antes de tener la certeza de que la pseudopalabra no es una palabra, mientras que para el caso de las palabras, la búsqueda termina tan pronto como se encuentra el ítem, y esto en promedio será más rápido (Maess, Herrmann, Hahne, Nakamura, & Friederici, 2006). Sin embargo, existen algunas evidencias de que dichas diferencias en la amplitud están relacionadas con el procesamiento fonológico implicado en el uso de la ruta fonológica utilizada en el reconocimiento de secuencias de letras y de pseudopalabras (Simon et al. 2004; Simon et al. 2006). Así, Simon et al. (2004) proponen que el componente N320 parece estar relacionado con la conversión de grafema-fonema de la ruta fonológica postulada por los modelos de doble ruta y las diferencias en el componente son interpretadas como evidencia de que las palabras son reconocidas por una ruta más directa que las pseudopalabras. Sus resultados apoyan la idea de que N320 puede reflejar el uso de las reglas de correspondencia grafema-fonema implicado en el reconocimiento de palabras poco frecuentes y pseudopalabras. En este sentido, consideramos esta segunda, como una mejor explicación.

Es importante considerar que las diferencias en el procesamiento de palabras y pseudopalabras en nuestros resultados pueden implicar que la habilidad demostrada por los niños en la lectura de las palabras utilizadas en nuestras tareas, podría no

generalizarse al proceso de lectura global, dado que para conformar las tareas se eligieron palabras usuales para los niños, que se obtuvieron de inventarios del vocabulario de niños mexicanos (Alva & Hernández, 2001; Alva et al., 2001; Ávila 1993).

Por otro lado, en el grupo de adultos, se observó el efecto de facilitación léxica esperado para la tarea, sin embargo, llama la atención que este efecto fue significativo únicamente en la condición de rima, lo que podría implicar la presencia de un efecto fonológico.

Con relación a las diferencias entre grupos, al considerar que sólo los adultos iban a presentar un efecto de facilitación léxica se esperaba encontrar diferencias (conductuales y electrofisiológicas) en el procesamiento de palabras y pseudopalabras en la ejecución entre los grupos. Específicamente se esperaban estas diferencias al comparar al grupo de adultos con los dos grupos niños.

A nivel conductual hubo diferencias en la ejecución entre grupos. En porcentaje de aciertos hubo diferencias en general entre los tres grupos. En tiempos de reacción, las diferencias específicas entre grupos fueron entre lectores principiantes y adultos en los cuatro tipos de par (palabra rima, palabra no-rima, pseudopalabra rima y pseudopalabra no-rima); y entre lectores con experiencia media y adultos en los pares de pseudopalabra rima y pseudopalabra no-rima. Los grupos con menor experiencia cometen más errores y son más lentos que los grupos con mayor experiencia.

A nivel electrofisiológico, las diferencias entre grupos, tanto en P2 como en V300-400, al igual que en la tarea fonológica, podrían reflejar una mayor eficiencia en el procesamiento de los grupos de mayor experiencia comparados con los de menor experiencia. Específicamente, en P2 las amplitudes podrían apuntar a una mayor eficiencia del grupo de adultos en comparación con los dos grupos de niños, que presentaron mayor amplitud que el grupo de adultos. Recordemos que este componente ha sido relacionado con la reasignación de recursos atencionales y la evaluación de estímulos (Silva-Pereyra et al. 2003; Silva-Pereyra et al. 2010). Por otro lado, respecto a V300-400, las diferencias en la amplitud se podrían considerar evidencia de la mayor experiencia en los grupos con experiencia media y adultos que el grupo de lectores principiantes que presentó mayor amplitud que los otros dos. Sin embargo, estas diferencias no pueden ser atribuidas exclusivamente al factor de palabra-pseudopalabra. Este último resulta un dato interesante ya que, como se recordará, en la tarea fonológica no se encontraron diferencias entre grupos en V300-400, y esto coincide con lo propuesto por Grossi et al. (2001) acerca de que el procesamiento fonológico reflejado en esta ventana está bien establecido desde la infancia (7 años). Sin embargo, en esta tarea las diferencias en

V300-400 ponen de manifiesto diferencias en el procesamiento léxico que son consecuencia de las diferencias en la experiencia lectora de nuestros grupos.

Influencia de Rima y No-rima

El segundo punto clave en el análisis de los datos en la tarea léxica fue el que implicado en las diferencias relacionadas con la presencia de la rima/no-rima en los pares. En esta tarea, se esperaba que los sujetos con menor experiencia en la lectura tuvieran mayores efectos, tanto a nivel electrofisiológico como conductual, de la presencia de la rima/no-rima, debido a que dependen más de las habilidades fonológicas durante la lectura, lo que podría inducir a los sujetos para que detectaran que en los pares existían ciertas “peculiaridades fonológicas” (presencia de rima/no-rima), aunque no fueran relevantes para ejecutar la tarea. Así, se esperaba que en las medidas conductuales, el grupo de lectores principiantes ejecutara mejor en la rima que en la no-rima, mientras que a nivel electrofisiológico se esperaba que la no-rima tuviera mayor amplitud que la rima (efecto de facilitación fonológica). En la medida en que los lectores con experiencia media tienen mayor experiencia en la lectura (dependen menos del uso de la ruta fonológica), no se esperaba que las características fonológicas afectaran a este grupo, ni a nivel electrofisiológico ni a nivel conductual.

Los datos conductuales apoyaron nuestra hipótesis, ya que el porcentaje de aciertos fue mayor en la rima que en la no rima en el grupo de lectores principiantes por lo que se puede decir que hubo un efecto de facilitación fonológica.

En los datos electrofisiológicos, el grupo de lectores principiantes presentó algo similar a lo ocurrido en la tarea fonológica (electrofisiológicamente), donde las características no relevantes para la ejecución de la tarea provocaron un efecto de interferencia. Es decir, V300-400 presentó amplitudes más negativas ante la rima que ante la no-rima, situación que contradice el efecto conductual de facilitación fonológica. Esto se presentó tanto para las palabras como para las pseudopalabras. Estas diferencias divergen de los datos de la tarea fonológica, en lo que respecta a las comparaciones entre rima/no-rima, ya que como se recordará, en la tarea fonológica la no-rima provocó amplitudes más negativas que la rima. Este efecto contradictorio puede reflejar el hecho de que, en la tarea léxica, las características léxicas eran relevantes para resolverla, mientras que las fonológicas no. Parece que los lectores principiantes no centran su atención únicamente en los factores

fonológicos, como pensamos que ocurriría, sino que dispersan su atención en ambos factores, pero sin lograr controlar ninguno de los dos.

Estos resultados coinciden con los de Bonte y Blomert (2004), en el que analizaron los PREs ante una tarea de decisión léxica auditiva, en la que los sujetos tenían que decidir si el estímulo blanco era una palabra o una pseudopalabra; manipularon adicionalmente, los pares para que algunos compartieran el inicio y otros no (comenzaban igual el facilitador que el blanco). Al analizar los PREs de tres grupos de edades con diferentes niveles de experiencia en el lenguaje y la lectura (niños prelectores, 5-6 años; niños lectores principiantes, 7-8 años y adultos), encontraron que el grupo de lectores principiantes presentaba un componente N400 de mayor amplitud en los pares de palabras que compartían el inicio que los que no lo compartían. Al igual que nuestros resultados, este efecto es contrario al efecto de facilitación fonológica. Los autores lo explican tomando en consideración el nivel de maduración del sistema de procesamiento léxico de este grupo y argumentan que este resultado puede estar relacionado con el peculiar estado de maduración del sistema que está experimentando importantes modificaciones en la estructura segmentaria (aprendiendo a utilizar las reglas de correspondencia grafema-fonema en el proceso de adquisición de la lectura). Adicionalmente argumentan que el aumento de amplitud de N400 no es reflejo de la típica discordancia fonológica, sino que indica que en los lectores principiantes, los facilitadores que comparten el inicio incrementan en lugar de disminuir, el procesamiento neuronal requerido para el reconocimiento del blanco (Bonte & Blomert, 2004). Ellos afirman que la restructuración del sistema léxico de los lectores principiantes posiblemente implique cambios notables en la relevancia de la información del inicio de las palabras en el procesamiento léxico. Así es posible que en los lectores principiantes, en comparación con los adultos, las operaciones léxicas sean lentas y se den en un nivel sub-óptimo, lo que podría implicar que el procesamiento de los blancos puede ser influenciado por procesamientos residuales de los facilitadores. El hecho de que esto no ocurra en el grupo de adultos se explica por un procesamiento léxico más rápido y automatizado (Bonte & Blomert, 2004). Así, nuestros resultados en el grupo de lectores principiantes evidencian que este fenómeno no sólo ocurre en el procesamiento auditivo de las palabras sino también en el visual. Considerando que el inicio y la rima son dos unidades de la sensibilidad intrasilábica, los resultados de ambos estudios, se pueden generalizar a la manipulación de unidades intrasilábicas.

Por otro lado, en el grupo de lectores con experiencia media, tal y como se esperaba, no hubo diferencias ni conductuales ni electrofisiológicas entre rima y no-rima.

Respecto al grupo de adultos, de acuerdo a lo reportado por Pramstra y Stegeman (1993), se esperaba que la palabra no-rima tuviera mayor amplitud que la palabra rima (efecto de facilitación fonológica), mientras que la pseudopalabra no-rima tuviera una amplitud similar a la pseudopalabra rima. Se esperaba que estas diferencias también se reflejaran en las medidas conductuales.

A nivel conductual ningún resultado apoyó esta hipótesis. A nivel electrofisiológico en la ventana de V300-400, se observó que la pseudopalabra no-rima provoca una amplitud más negativa que la pseudopalabra rima. En la condición de palabra no hubo diferencias. Este efecto podría considerarse como facilitación fonológica, ya que los pares que riman provocaron menores amplitudes que los que no riman. Sin embargo, estos resultados no coinciden con los resultados obtenidos por Praamstra y Stegeman (1993), ya que ellos encontraron un efecto fonológico en las palabras y ninguno en las pseudopalabras. Esto podría deberse a la diferencia de la modalidad de presentación de los estímulos, ya que estos autores presentaron los estímulos de forma auditiva. El hecho de que las características fonológicas sobresalen en el grupo de adultos exclusivamente en las pseudopalabras, podría interpretarse en el sentido de que el procesamiento de éstas se realiza efectuando un análisis fonológico, ya que no tienen ninguna representación almacenada, lo que podría inducir a los sujetos para que detecten que en los pares existen ciertas “peculiaridades fonológicas” (presencia de rima/no-rima), aun cuando estas no fueran relevantes para ejecutar la tarea, mientras que en las palabras, las características fonológicas no son relevantes ya que no se requiere hacer un análisis fonológico para poder leerlas.

Por otro lado, a pesar de que en el grupo de adultos hubo evidencia de la presencia tanto del procesamiento fonológico como del léxico, los dos aparecen como un efecto de facilitación, en contraste al grupo de lectores principiantes, en el que los datos electrofisiológicos mostraron un efecto de interferencia fonológica.

Con relación a las diferencias entre grupos relacionadas con las diferencias entre rima/no-rima, esperábamos que los factores fonológicos afectaran de forma distinta a los grupos dependiendo de sus habilidades en la lectura, supusimos que habría diferencias (conductuales y electrofisiológicas) en la ejecución entre los grupos, y que estas diferencias se presentarían entre el grupo de lectores principiantes y lectores con experiencia media y entre los lectores con experiencia media y adultos.

Nuevamente las diferencias observadas en el porcentaje de aciertos tanto en la condición de rima como en no-rima entre niños lectores principiantes y los otros dos grupos y entre niños lectores con experiencia media y adultos, evidenciaron que los grupos con menor experiencia tuvieron un desempeño menos eficiente que los sujetos con mayor experiencia.

En los datos electrofisiológicos, nuevamente los resultados evidenciaron un procesamiento más eficiente en los adultos, que se manifiesta en menores amplitudes de P2 en comparación con los grupos de niños en las condiciones de rima y de no-rima. Con respecto a V300-400, los lectores principiantes presentaron voltajes positivos, mientras que los lectores con experiencia media y los adultos presentaron voltajes negativos, esto fue más evidente para la condición de no-rima.

Las conclusiones más importantes para la tarea de decisión léxica fueron: a) hubo un efecto de facilitación léxica en los tres grupos, tanto en los datos conductuales como electrofisiológicos. En los grupos de niños este efecto fue inesperado, pero se puede explicar considerando que las palabras utilizadas en la tarea eran parte del vocabulario usual de los niños y muy probablemente ya han sido agregadas a su almacén de representaciones ortográficas; b) hubo diferencias entre grupos tanto a nivel conductual como electrofisiológico y estas diferencias se dieron tanto sin considerar las condiciones manipuladas, como al considerar las diferencias entre palabra-pseudopalabra y entre rima/no-rima. Estos datos demostraron mayor eficiencia de procesamiento en los grupos con mayor experiencia en la lectura; c) las diferencias entre grupos en el procesamiento de palabras y pseudopalabras en esta tarea contrastan con la falta de diferencias en el procesamiento de rima/no-rima en la tarea fonológica, esto podría ser evidencia de diferencias en el desarrollo entre el procesamiento léxico y fonológico; d) en el grupo de lectores principiantes se dio un efecto de interferencia fonológica, a nivel electrofisiológico y un efecto de facilitación fonológica a nivel conductual. Estos efectos podrían indicar que los lectores principiantes dispersan su atención tanto en las características fonológicas como léxicas de las palabras, como ocurrió en la tarea fonológica; e) en el grupo de adultos se dio un efecto de facilitación fonológica a nivel electrofisiológico en la condición de pseudopalabra, que podría considerarse evidencia de que las pseudopalabras son reconocidas mediante la ruta fonológica; y finalmente, f) el grupo de lectores principiantes difiere de los otros dos en el procesamiento de la rima en los datos conductuales y electrofisiológicos de P2 y V300-400, lo que puede indicar que el grupo con menor experiencia tienen un desempeño menos eficiente.

Conclusiones

Los resultados mostraron que la relevancia para el proceso de lectura tanto del procesamiento fonológico como el léxico difiere dependiendo del nivel de lectura de los tres grupos analizados.

Se puede concluir que en la tarea fonológica, el efecto de facilitación fonológica esperado, se presentó a nivel electrofisiológico en los tres grupos y a nivel conductual únicamente en el grupo de lectores principiantes (posiblemente debido a que la tarea resulta fácil para los grupos de lectores con experiencia media y adultos). Respecto a la presencia de las características léxicas de los estímulos, fue evidente un efecto de interferencia léxica en el grupo de lectores principiantes y un efecto de facilitación léxica a nivel conductual en los tres grupos.

En la tarea léxica, se presentó el efecto de facilitación léxica esperado tanto para palabras como para pseudopalabras. Sin embargo, no solamente se presentó en el grupo de adultos, sino que –inesperadamente- se dio en los tres grupos. Con relación a la presencia de características fonológicas en esta tarea (rima/no-rima) se observó un efecto de interferencia en el grupo de lectores principiantes y uno de facilitación en el de adultos. Tratando de explicar los hallazgos para cada grupo al considerar las dos tareas, podríamos decir lo siguiente:

El grupo de niños lectores principiantes presentó evidencia tanto de influencias fonológicas como léxicas en ambas tareas. Los niños de este grupo tienden a fijarse en las características fonológicas de las palabras presentadas, independientemente de que sean o no relevantes para la tarea. Esto podría ser evidencia del uso de las habilidades fonológicas en la lectura como herramienta principal en este grupo. Sin embargo, la presencia de un efecto léxico evidencia que, para estos niños, las características léxicas de los estímulos también tienen relevancia en ambas tareas. Esto puede explicarse, ya que han alcanzado cierta experiencia en la lectura pues ya han cursado por lo menos un año y medio de primaria. Sin embargo, de acuerdo a los resultados electrofisiológicos, este grupo parece no poder controlar completamente ninguna de las dos habilidades, ya que las características no relevantes de los estímulos para la realización de la tarea, parecen interferir en el procesamiento, lo que se ve reflejado en un peor desempeño en comparación con los otros dos grupos y en mayores amplitudes de los componentes N1 y P2 en ambas tareas.

En el grupo LEM se está dando la transición entre la etapa alfabética y la etapa ortográfica de la adquisición de la lectura. Así, estos niños pueden controlar ambas habilidades y centrar su atención en las características de los estímulos relevantes para la realización de cada tarea, según lo refleja la evidencia de un efecto de facilitación fonológica en la tarea fonológica y un efecto de facilitación léxica en la tarea léxica, así como la falta de evidencia de la presencia de los efectos de interferencia encontrados en el grupo de niños lectores principiantes. A pesar de que en general el desempeño de este grupo es mejor que el del grupo de lectores principiantes, su desempeño no alcanza los niveles del grupo de adultos, adicionalmente, algunas diferencias en las amplitudes de los componentes N1 y P2 (mayores en los lectores con experiencia media que en el grupo de adultos), pueden ser otra evidencia de esto.

En los adultos, en los que las habilidades de lectura ya están bien establecidas parece que, a pesar de presentarse evidencia tanto de procesamiento fonológico como léxico (sobre todo en la tarea de decisión léxica), hay evidencia de un procesamiento controlado en el que interactúan las características fonológicas y léxicas, facilitando los juicios para cada tarea. Esto fue más evidente en el aspecto electrofisiológico, en el que en la tarea fonológica no hubo interferencia léxica, y en la tarea léxica pareció involucrar el análisis tanto léxico como fonológico, pero controlado, lo que podría relacionarse con el uso de la ruta fonológica para el reconocimiento de las pseudopalabras.

Así, parece que en el grupo de lectores principiantes las características fonológicas y léxicas de los estímulos demandan ser atendidas en ambas tareas, lo que se refleja en un bajo desempeño comparado con los otros dos grupos, mientras que el grupo de lectores con experiencia media puede centrar su atención en las características relevantes para cada una de las tareas, sin que su desempeño sea tan eficiente como el de los adultos, y en el grupo de adultos, el control de ambas características está automatizado, poniéndose de manifiesto en un buen desempeño y un control tanto de las habilidades fonológicas como léxicas.

REFERENCIAS

Alva, C., & Hernández, P. (2001). *La producción del lenguaje de niños mexicanos. Un estudio transversal de niños de cinco a doce años*. México: UNAM.

Alva, C., Pérez, G., Mazón, P., Arias, T., Álvarez, M., Mejía, S., y otros. (2001). *Cómo usan los niños las palabras. El uso de los derivados de las palabras en el lenguaje espontáneo de los niños en interacción libre entre iguales*. México: UNAM.

Anthony, L., Lonigan, J., Burgess, R., Driscoll, K., Phillips, M., & Cantor, G. (2002). Structure of preschool phonological sensitivity: overlapping sensitivity to rhyme, words, syllables, and phonemes. *Journal of Experimental Child Psychology*, *82*, 65–92.

Ávila, R. (1993). *Diccionario Infantil DIME*. México: Trillas.

Barret, S., & Rugg, M. (1990). Event-related potentials and the phonological matching of picture names. *Brain and Language*, *38*, 427-437.

Bentin, S. (1987). Event-related potentials, semantic processes, and expectancy factors in word recognition. *Brain and Language*, *31*, 308–327.

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

Bentin, S., Mouchetant-Rostaing, Y., Giard, M., Echallier, J., & Pernier, J. (1999). ERP manifestations of processing printed words at different psycholinguistic levels: time course and scalp distribution. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *11*, 35–60.

Bonte, M., & Blomert, L. (2004). Developmental changes in ERP correlates of spoken word recognition during early school years: a phonological priming study. *Clinical Neurophysiology*, *115*, 409–423.

Bowey, A. (2002). Reflections on onset–rime and phoneme sensitivity as predictors of beginning word reading. *Journal of Experimental Child Psychology*, *82*, 29–40.

Bravo, L. (1999). *Lenguaje y Dislexias: Enfoque Cognitivo del Retardo Lector* (3 ed.). México: Alfaomega.

Bretherton, L., & Holmes, V. (2003). The relationship between auditory temporal processing, phonemic awareness, and reading disability. *Journal of Experimental Child Psychology*, *82*, 65–92.

Bryant, P. (2002). It doesn't matter whether onset and rime predicts reading better than phoneme awareness does or vice versa. *Journal of Experimental Child Psychology*, *82*, 41–46.

Bryant, P., MacLean, M., Bradley, L., & Crossland, J. (1990). Rhyme and alliteration, phoneme detection, and learning to read. *Developmental Psychology*, *26* (3), 429-438.

Cheung, H., Chen, H., Lai, Y., Wong, C., & Hills, M. (2001). The development of phonological awareness: effects of spoken language experience and orthography. *Cognition* , 81, 227-241.

Coch, D., & Holcomb, P. (2003). The N400 in Beginning Readers. *Journal Developmental Psychobiology* , 43 (2), 146-166.

Coch, D., Grossi, G., Coffey-Corina, S., Holcomb, P., & Neville, H. (2002). A developmental investigation of ERP auditory rhyming effects. *Developmental Science* , 5 (4), 467-489.

Coch, D., Maron, L., Wolf, M., & Holcomb, P. (2002). Word and Picture Processing in Children: An Event-Related Potential Study. *Developmental Neuropsychology* , 22 (1), 373-406.

Coles, M., & Rugg, M. (1995). Event-Related Brain Potentials: An Introduction. En M. Rugg, & M. Coles (Edits.), *Electrophysiology of the Mind: Event-Related Brain Potentials and Cognition*. Oxford: University Press.

Cornwall, A. (1992). The relationship of phonological awareness, rapid naming, and verbal memory to severe reading and spelling disability. *Journal Of Learning Disabilities* , 25 (8), 532-538.

Cuetos, F. (1996). *Psicología de la Lectura* (2 ed.). Madrid: Escuela Española.

Dien, J. (2009). The neurocognitive basis of reading single words as seen through early latency ERPs: A model of converging pathways. *Biological Psychology* , 80 (1), 10-22.

Ellis, A., & Young, A. (1988). *Human Cognitive Neuropsychology*. Londres: LEA.

Facoetti, A. (2004). Reading and selective spatial attention: evidence from behavioral studies in dyslexic children. En H. Tobias (Ed.), *Trends in Dyslexia Research* (págs. 117-152). New York: Nova Science Publishers.

Federmeier, K., & Kutas, M. (2000). The Brain's Language. *Center for Research in Language Newsletter* , 12 (3).

Gernsbacher, M., & Kaschak, M. (2003). Neuroimaging Studies of Language Production and Comprehension. *Annu. Rev. Psychol* , 54, 91-114.

Goswami, U. (2002). In the beginning was the rhyme? a reflection on Hulme, Hatcher, Nation, Brown, Adams, and Stuart (2002). *Journal of Experimental Child Psychology* , 82, 47-57.

Grossi, G., Coch, D., Coffey-Corina, S., Holcomb, P., & Neville, H. (2001). Phonological processing in visual rhyming: a developmental ERP study. *Journal of Cognitive Neuroscience* , 13 (5), 610-625.

Hatcher, J., & Hulme, C. (1999). Phonemes, rhymes, and intelligence as predictors of children's responsiveness to remedial reading instruction: evidence from a longitudinal intervention study. *Journal of Experimental Child Psychology* , 72, 130-153.

Hillyard, S., & Picton, T. (1987). Electrophysiology of cognition. En V. Mountcastle, F. Plum, & S. Geiger (Edits.), *Handbook of Physiology* (págs. 519-584). Washington, DC: American Physiological Society.

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

Hurford, P., Darrow, J., Edwards, L., Howerton, J., Mote, R., Schauf, D., y otros. (1993). An examination of phonemic processing abilities in children during their first-grade year. *Journal of Learning Disabilities* , 26 (3), 167-177.

Jiménez, J. (1996). Conciencia fonológica y retraso lector en una ortografía transparente. *Infancia y Aprendizaje* , 76, 109-121.

Jiménez, J., & Ortiz, G. (1996). *Conciencia fonológica y aprendizaje de la lectura: teoría, evaluación e intervención. Serie: Aplicación en el Aula 13*. Madrid: Síntesis.

Jiménez, J., Rodrigo, M., Ortiz, M., & Guzmán, R. (1999). Procedimientos de evaluación e intervención en el aprendizaje de la lectura y sus dificultades desde una perspectiva cognitiva. *Infancia y Aprendizaje* , 88, 107-122.

Khateb, A., Pegna, A., Landis, T., Michel, C., Brunet, D., Seghier, M., y otros. (2007). Rhyme processing in the brain: An ERP mapping study. *International Journal of Psychophysiology* , 63, 240–250.

Kutas, M., & Federmeier, K. (2000). Electrophysiology reveals semantic memory use in language comprehension. *Trends in Cognitive Sciences* , 4 (12), 463-470.

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

Laing, E., & Hulme, C. (1999). Phonological and semantic processes influence beginning readers' ability to learn to read words. *Journal of Experimental Child Psychology* , 73, 183–207.

Lara, L. (1996). *Diccionario del español usual en México*. México: Colegio de México, Centro de Estudios Lingüísticos y Literarios.

Lau, E., Almeida, D., Hines, P., & Poeppel, D. (2009). A lexical basis for N400 context effects: Evidence from MEG. *Brain & Language* , 111, 161–172.

Lovrich, D., Cheng, J., & Velting, D. (1996). Late cognitive brain potentials, phonological and semantic classification of spoken words, and reading ability in children. *Journal of Clinical Experimental Neuropsychology* , 8 (2), 161-177.

Mado, A., & Zani, A. (2003). Time course of brain activation during graphemic/phonologic processing in reading: an ERP study. *Brain and language* , 87 (3), 412-420.

Mado, A., Vecchi, L., & Zani, A. (2004). From orthography to phonetics: ERP measures of grapheme-to-phoneme conversion mechanisms in reading. *Journal of cognitive neuroscience* , 16 (2), 301-317.

- Maess, B., Herrmann, C., Hahne, A., Nakamura, N., & Friederici, A. (2006). Localizing the distributed language network responsible for the N400 measured by MEG during auditory sentence processing. *Brain Research* , 1096 (1), 163-172.
- Mann, A. (1993). Phoneme awareness and future reading ability. *Journal of Learning Disabilities* , 26 (4), 259-269.
- Martin, F., Claydon, E., Morton, A., Binns, S., & Pratt, C. (2003). The development of orthographic and phonological strategies for the decoding of words in children. *Journal of Research in Reading* , 26 (2), 191-204.
- McDougall, S., Hulme, C., Ellis, A., & Monk, A. (1994). Learning to read: the role of short-term memory and phonological skills. *Journal of Experimental Child Psychology* , 58, 112-133.
- McPherson, W., Ackerman, P., Holcomb, P., & Dykman, R. (1998). Event-related brain potentials elicited during phonological processing differentiate subgroups of reading disabled adolescents. *Brain and Language* , 62, 163–185.
- Meseguer, E. (2006). *Una doble vision de la psicología: interaccionismo frente a serialismo*. Tenerife: Universidad de La Laguna.
- Niznikiewicz, M., & Squires, N. (1996). Phonological Processing and the Role of Strategy in Silent Reading: Behavioral and Electrophysiological Evidence. *Brain and Language* , 52, 342–364.
- Osterhout, L., & Holcomb, P. (1995). Event-Related Potentials and Language. En M. Rugg, & M. Coles (Eds.), *Electrophysiology of the Mind: Event-Related Brain Potentials and Cognition* (págs. 171-187). Oxford: University Press.
- Otten, L., & Rugg, M. (2004). Interpreting Event-Related Potentials. En H. Todd (Ed.), *Event-related potentials: a methods handbook*. (págs. 3-16). Cambridge, Mass: MIT Press.
- Pérez-Abalo, M., Rodríguez, R., Bobes, M., Gutiérrez, J., & Valdés-Sosa, M. (1994). Brain potentials and the availability of semantic and phonological codes over time. *Neuroreport* , 5 (6), 2173-2177.
- Perfetti, C. (1985). *Reading ability*. New York: Oxford University.
- Perrin, F., & Garcia-Larrea, L. (2003). Modulation of the N400 potential during auditory phonological / semantic interaction. *Cognitive Brain Research* (17), 36–47.
- Praamstra, P., & Stegeman, D. (1993). Phonological effects on the auditory N400 event-related brain potential. *Cognitive Brain Research* , 1, 73-86.
- Reynoso-Alcántara, V.; Bernal, J.; Silva-Pereyra, J.; Rodríguez, M.; Yáñez, G.; Fernández, Thalía; del Río, Y., (2010). Procesamiento fonológico y léxico en niños normolectores de educación primaria. *Journal for the study of education and development, Infancia y Aprendizaje*. 33 (3), 413-425

)Río, D., López-Higes, R., & González, J. (2008). Lenguaje II: Lectura y escritura. En F. Maestú, M. Ríos, & R. Cabestrero, *Neuroimagen. Técnicas y procesos cognitivos* (págs. 433-451). Barcelona: Elsevier España.

Rugg, M. (1984b). Event-related potentials and the phonological processing of words and non-words. *Neuropsychologia* , 22 (4), 435-443.

Rugg, M. (1984a). Event-related potentials in phonological matching task. *Brain and Language* , 23, 225-240.

Rugg, M., & Barret, S. (1987). Event-related potentials and the interaction between orthographic and phonological information in a rhyme-judgment task. *Brain and Language* , 32, 336-361.

Shaywitz, S., & Shaywitz, B. (2001). The Neurobiology of Reading and Dyslexia. *Focus on Basics: Connecting research and practice* , 5 (A), 11-15.

Silva-Pereyra, J., Bernal, J., Rodríguez-Camacho, M., Yáñez, G., Prieto-Corona, B., Luviano, L., y otros. (2010). Poor reading skills may involve a failure to focus attention. *NeuroReport* , 21, 34–38.

Silva-Pereyra, J., Rivera-Gaxiola, M., Aubert, E., Bosch, J., Galán, L., & Salazar, A. (2003). N400 during lexical decision tasks: a current source localization study. *Clinical Neurophysiology* , 114, 2469–2486.

Simon, G., Bernard, C., Lalonde, R., & Rebaï, M. (2006). Orthographic transparency and grapheme–phoneme conversion: An ERP study in Arabic and French readers. *Brain Research* , 1104, 141–152.

Simon, G., Bernard, C., Largy, P., Lalonde, R., Rebai, M., (2004). Chronometry of visual word recognition during passive and lexical decision tasks: an ERP investigation. *International Journal of Neuroscience*. 114,1401–1432.

Spironelli, C., & Angrilli, A. (2009). Developmental aspects of automatic word processing: Language lateralization of early ERP components in children, young adults and middle-aged subjects. *Biological Psychology* , 80 (1), 35-45.

Torgesen, K., Wagner, R., & Rashotte, C. (1994). Longitudinal studies of phonological processing and reading. *Journal Of Learning Disabilities* , 27 (5), 276-286.

Villa, M. A. (1999). *Versión mexicana del Test Barcelona Abreviado: Perfiles normales*. Tesis inédita para obtener el grado de maestría en neuropsicología. Universidad Autónoma de Barcelona, España.

Wagner, R., & Torgesen, J. (1987). The nature of phonological processing and its causal role in the acquisition of reading skills. *Psychological Bulletin* , 101 (2), 192-212.

Weber-Fox, C., Spencer, R., Cuadrado, E., & Smith, A. (2003). Development of Neural Processes Mediating Rhyme Judgments: Phonological and Orthographic Interactions. *Developmental Psychobiology* , 43, 128–145. Wechsler, D. (1981) *WISC-R-Español: Escala de inteligencia revisada para el nivel escolar*. México: Manual Moderno.

Windfuhr, L., & Snowling, J. (2001). The relationship between paired associate learning and phonological skills in normally developing readers. *Journal of Experimental Child Psychology*, 80, 160–173.

Wise, W., Ring, J., & Olson, K. (1999). Training phonological awareness with and without explicit attention to articulation. *Journal of Experimental Child Psychology*, 72, 271–304.

Wolf, M., Vellutino, F., & Berko, G. (1999). Una explicación psicolingüística de la lectura. En G. Berko, & R. Bernstein (Edits.), *Psicolingüística* (2 ed., págs. 433-476). Madrid: Mc GrawHill.

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

Zani, A., & Proverbio, A. (2003). *The Cognitive Electrophysiology of Mind and Brain*. Amsterdam: Academic Press.