



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

---

Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias  
División de Ciencias Biológicas  
Departamento de Ciencias Ambientales

## INSTITUTO DE NEUROCIENCIAS

### **Exploración electrofisiológica del reconocimiento de patrones visuales de palabras**

Tesis

que para obtener el grado de

**MAESTRO EN CIENCIA DEL COMPORTAMIENTO  
(OPCIÓN NEUROCIENCIA)**

presenta

**Daniel Zarabozo Hurtado**

Comité tutorial

**Dr. Andrés González Garrido (Director)**

Dr. Miguel Ángel Guevara Pérez

Dr. Fernando Leal Carretero

Dr. Félix Héctor Martínez Sánchez

Dra. Judith Suro Sánchez

Guadalajara, Jalisco

diciembre, 2010



*A MARÍA BEATRIZ Y A MIS PADRES*

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Dr. Andrés González Garrido por su confianza para el desarrollo de este proyecto; además por su enseñanza, orientación y jalones de orejas cuando fueron necesarios

A la Dra. Fabiola Gómez Velázquez por el enorme trabajo diario en este proyecto y por permitirme aprender de ella que el esfuerzo tiene sus recompensas

Al Dr. Miguel Ángel Guevara Pérez por su paciencia en cada una de esas visitas a su Laboratorio y por sus muestras de afecto y de confianza

Al Dr. Fernando Leal Carretero por sus aportaciones para el desarrollo de este proyecto y por su enorme ayuda en la creación de las distintas pruebas y estímulos utilizados

A todos los profesores del Instituto de Neurociencias por brindarme su confianza al ingresar al Instituto de Neurociencias y por sus enseñanzas a lo largo de este programa de Maestría

## RESUMEN

Se piensa que el procesamiento ortográfico se sustenta en el análisis visual de las palabras y se han reportado cambios eléctricos cerebrales (potenciales relacionados con eventos; PREs) relacionados con el procesamiento de las diferentes propiedades ortográficas, fonológicas, lexicales y semánticas de las palabras. Sin embargo, no está claro si las dificultades ortográficas de algunas personas se deben a una pobre exposición a textos o a una condición cerebral previa que limita su habilidad para el aprendizaje de patrones ortográficos.

La presente investigación tuvo como objetivo general el estudiar el efecto de la exposición repetida de palabras y seudopalabras sobre el reconocimiento ortográfico posterior de ambos tipos de estímulos.

Se estudiaron tres grupos de individuos sanos, diestros, que cursaban el último grado de bachillerato general (divididos según su rendimiento ortográfico previamente evaluado en alto, medio y bajo).

Se utilizaron como estímulos visuales palabras frecuentes e infrecuentes, así como seudopalabras. Los tres tipos de estímulos estuvieron formados por dos o tres sílabas y tuvieron cierta distribución de susceptibilidad homófona (c-s-z, b-v, g-j, ll-y, h). Se presentaron en un monitor en blanco sobre fondo negro durante 1300ms, con un intervalo entre estímulos de 1000ms.

Se aplicaron dos tareas experimentales: una tarea de exposición repetida en la que se presentaron (1 y 5 veces) los estímulos antes citados. Los participantes debían emitir una decisión de tipo lexical por medio de una tecla. Posteriormente se evaluó el reconocimiento de errores ortográficos en palabras y seudopalabras observadas en la tarea anterior. Se utilizaron los mismos estímulos que en la tarea anterior; a la mitad de ellos se les produjo un error ortográfico de tipo homófono. Los participantes debían decidir si el estímulo presentado estaba escrito correcta o incorrectamente a través del teclado.

Los resultados conductuales mostraron que aquellos individuos con un mejor rendimiento ortográfico reconocen mejor (mayor número de respuestas correctas) y más rápido (menor tiempo de reacción) las palabras y que los tres grupos se benefician, en distinto grado, de la exposición. En la tarea de reconocimiento de errores ortográficos, se observó un efecto de la exposición previa y de la frecuencia de las palabras, además se observaron diferencias entre los grupos e interacciones entre los factores analizados.

Los resultados electrofisiológicos mostraron, en general, una disminución del voltaje y de la latencia de un componente negativo temprano (N170) ante mayor exposición de las palabras; se observó de manera bilateral únicamente en el grupo alto. También se observó el incremento del voltaje en un componente positivo (P220) ante mayor exposición de las palabras.

En función del reconocimiento de errores ortográficos se observó, únicamente en el grupo alto, una disminución del voltaje y la latencia de los dos componentes antes citados. También se observaron cambios en un componente negativo (N350) y en uno positivo tardío (P600) en función de la exposición previa y de la frecuencia de uso de las palabras.

Se discuten los resultados en términos de la especialización cerebral (menores recursos y mayor rapidez) para el reconocimiento visual de las palabras y su estructura ortográfica global.

## **ABSTRACT**

It is thought that orthographic processing is based on the visual analysis of words and brain electrical changes have been reported (Event-related Brain Potentials, ERPs) related to processing of different properties of spelling, phonological, lexical and semantics of them. However it is unclear whether spelling difficulties are due to poor exposure of texts or due to brain conditions that limits the ability to learn spelling patterns.

This research had as main objective to study the effect of repeated exposure to words and pseudowords on subsequent spelling recognition of both types of stimuli.

Three groups of right-handed and healthy students participated. All individuals were studying the last year of bachelor degree and were divided into high, medium and low group according to their spelling performance previously assessed.

Frequent and infrequent words and pseudowords were used as visual stimuli. These three types of stimuli were formed by two or three syllables and had certain distribution of homophone susceptibility (CSZ, BV, GJ, LLY and H) and were presented on a monitor screen in white over black background with 1300ms of duration and ISI of 1000ms.

Two experimental tasks were applied: the first one with repeated exposure of stimuli (1 and 5 times) where participants had to produce a lexical decision response by pressing a keyboard key. Subsequently the recognition of spelling errors in words and pseudowords was evaluated using the same stimuli of the first task, half of them with a homophone mistake. Participants had to decide whether the stimulus presented was written correctly or incorrectly by pressing a keyboard key.

Behavioral results showed that individuals with better performance recognized better (correct answers) and faster (reaction time) words and that the three groups benefit differently of the exposure rate. In the recognition of spelling errors task, there was an effect of prior exposure and word frequency. There also were statistical differences between groups and interactions among the factors analyzed.

Electrophysiological results showed a general decrease in voltage and latency of an early negative component (N170) to greater exposure of words and this negativity was observed bilaterally only in the high group. The increase in voltage of a positive component (P220) to greater exposure of words was also observed.

Only in this group and depending on the recognition of spelling errors (second experimental task), a decrease in voltage and latency of the two components above described was observed. Changes in other negative component (N350) and a late positive component (P600) were observed as a function of prior exposure rate and frequency.

Results are discussed in terms of brain specialization (fewer brain resources and faster processing) for the visual word recognition and spelling of words seen as a global structure or as an object.

## ÍNDICE

|   |       |            |
|---|-------|------------|
| 1. Introducción                                       | ----- | <b>15</b>  |
| 2. Antecedentes                                       |       |            |
| 2.1 Desarrollo lector                                 | ----- | <b>17</b>  |
| 2.2 La ortografía en México                           | ----- | <b>23</b>  |
| 2.3 Potenciales<br>Relacionados con Eventos<br>(PREs) | ----- | <b>35</b>  |
| 2.4 Reconocimiento visual<br>de palabras              | ----- | <b>41</b>  |
| 3. Planteamiento del<br>problema                      | ----- | <b>67</b>  |
| 4. Variables  | ----- | <b>71</b>  |
| 5. Metodología  | ----- | <b>73</b>  |
| 6. Resultados   | ----- | <b>81</b>  |
| 7. Discusión  | ----- | <b>103</b> |
| 8. Conclusiones y<br>recomendaciones                  | ----- | <b>109</b> |
| 9. Referencias bibliográficas                         | ----- | <b>111</b> |
| 10. Anexos  | ----- | <b>119</b> |

# 1. INTRODUCCIÓN

Existe la idea general de que los jóvenes mexicanos tienen un nivel deficiente de conocimiento ortográfico y como consecuencia cometen una gran cantidad de errores de este tipo. Este problema sucede, quizás en distinto grado, en todos los niveles educativos (incluyendo el de posgrado) y en medios de comunicación masiva. A pesar de lo expuesto anteriormente, existen pocos estudios que hayan abordado este tema de manera sistemática.

Recientemente se realizó un trabajo sobre el desempeño ortográfico de estudiantes de niveles educativos básicos en México (Backhoff, Peon, Andrade y Rivera, 2008). Uno de los resultados obtenidos indica que el error más cometido es el de la acentuación. No obstante, un análisis adicional de este estudio revela que el segundo error más frecuente es la sustitución de letras que comparten un mismo fonema o lo que coloquialmente se conoce como "error de ortografía".

La adquisición y el perfeccionamiento del conocimiento ortográfico podría estar fundamentado en alguna de las etapas del desarrollo lector y en la exposición a los textos. La forma de escribir correctamente una palabra podría ser aprendida únicamente a través de mecanismos de memoria visual.

Una de las aproximaciones al estudio de la forma ortográfica de las palabras ha sido el reconocimiento visual de las mismas y éste se ha abordado mediante el punto de vista conductual, como el Tiempo de Reacción -TR- y el número de Respuestas Correctas -RC- (Castro-Salas, 2008); mediante técnicas de registro de alta resolución espacial como la Resonancia Magnética funcional -RMf- (Cohen, Dehaene, Naccache, Lehérecy, Dehaene-Lambertz, Hénaff y Michel, 2000; Devlin, Jamison, Gonnerman y Matthews, 2006; Polk, Stallcup, Aguirre, Alsop, D'Esposito, Detre y Farah, 2002) y de alta resolución temporal como los Potenciales Relacionados con Eventos -PREs- (Bentin, Mouchetant-Rostaing, Giard, Echallier y Pernier, 1999; Brem, Lang-Dullenkopf, Maurer, Brandeis y McCandliss, 2005; Holcomb y Grainger, 2006). Esto ha permitido identificar tanto las estructuras cerebrales involucradas como el curso temporal del fenómeno. Sin embargo, el reconocimiento específico de errores ortográficos en las palabras ha sido poco estudiado en ortografías transparentes

(Sauseng, Bergmann y Wimmer, 2004; Vega-Gutiérrez, 2007; Vissers, Chwilla y Kolk, 2006), entendiendo la transparencia ortográfica como el grado de correspondencia entre las letras que forman una palabra y sus respectivos sonidos.

El presente trabajo pretende estudiar el desempeño conductual (Tiempo de Reacción y número de respuestas correctas), el curso temporal y la distribución topográfica de los diferentes componentes electrofisiológicos de los PREs asociados con la detección de errores ortográficos de tipo homófono en estudiantes mexicanos de nivel medio-superior (Bachillerato General), de quienes se presume han tenido una alta exposición a textos a lo largo de su preparación educativa. Para los propósitos de este trabajo, los participantes han sido agrupados en dependencia de su desempeño sobre el conocimiento ortográfico en distintas tareas que evaluaron la detección y la producción de errores ortográficos de tipo homófono. La presente investigación pretende también estudiar el efecto de distintas tasas de exposición previa a las palabras sobre la detección de dicho tipo de error en estudiantes con las características antes mencionadas.

## 2.1 DESARROLLO LECTOR

Distintos autores coinciden en que el aprendizaje de la lectura sucede en etapas en las que se enfatiza sobre distintos aspectos (p. ej. perceptuales, gráficos, semánticos, entre otros). Durante las primeras etapas escolares (p. ej. Jardín infantil), antes de comenzar formalmente el aprendizaje de la lectura, el niño “aprende a leer” de manera global distintas palabras que son frecuentes en su entorno como su propio nombre, anuncios espectaculares de marcas y objetos familiares, entre otros. Cuando inicia formalmente el proceso de aprendizaje de la lectura, el niño centra su atención en la descomposición de una palabra en cada una de las unidades que la forman (las letras) y en la asignación de un sonido a cada una de ellas. La conciencia fonológica, definida como la habilidad para mentalmente categorizar, analizar y comparar los sonidos de las palabras, es el componente del lenguaje oral que más se asocia con el inicio del aprendizaje de la lectura. En etapas finales del aprendizaje lector, el niño enfatiza sobre distintos aspectos ortográficos y morfológicos de las palabras (Nation, 2008; Rosselli, Matute y Ardila, 2004).

Linnea Ehri propuso en 1995 un modelo sobre cómo y cuándo los niños adquieren el aprendizaje de la lectura y cómo éste se puede dividir en cuatro fases (FIGURA 1). La primera es denominada pre-alfabética, en la cual los niños todavía no tienen un conocimiento sobre las relaciones entre las letras y sus respectivos sonidos; sin embargo efectúan relaciones entre las características físicas de las palabras (p. ej. su forma) con su pronunciación. A esta etapa se le denomina también lectura logográfica. Durante la segunda etapa, denominada alfabética parcial, los niños comienzan a efectuar relaciones entre las letras y sus sonidos. Se ha observado que durante esta etapa, la primera y la última letra de una palabra son muy importantes ya que al ser modificadas los niños no pueden “leerla”. La tercera etapa es llamada alfabética total y en ésta los niños comienzan a realizar mapas de grafemas y fonemas, también comienza a observarse un efecto sobre palabras previamente vistas (mayor agilidad) y los niños pueden leer nuevas palabras debido a que conocen la pronunciación de todas sus letras. Por último, el desarrollo de la fase alfabética consolidada se

produce debido a una relación directa entre la exposición a las palabras y su respectiva lectura. En esta etapa se ha visto que las personas prestan menor atención a ciertos patrones regulares o constantes de letras que forman palabras altamente observadas con anterioridad. La autora de este modelo propone que lo anterior representa una menor carga en memoria y debido a esto la lectura se vuelve más eficiente (Beech, 2005).

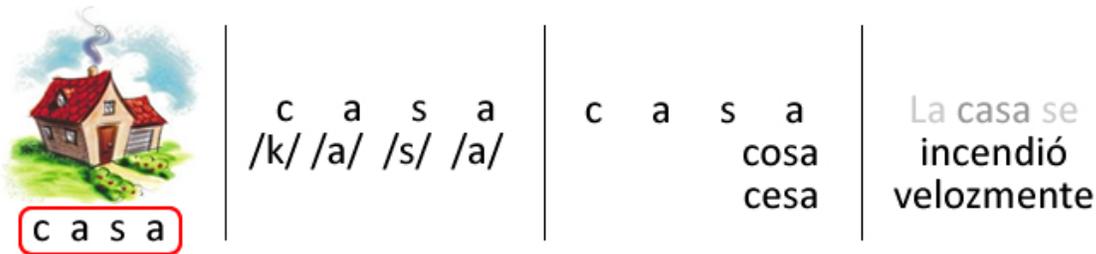


FIGURA 1. Modelo sobre el aprendizaje de la lectura propuesto por Ehri en 1995. De izquierda a derecha: etapa pre-alfabética o logográfica, etapa alfabética parcial, etapa alfabética total y etapa alfabética consolidada.

Adaptada y modificada de Beech, 2005.

Además del aprendizaje de la lectura, el niño requiere de distintos aspectos para el desarrollo adecuado de la misma. Éstos serían la percepción fonémica (que permite discriminar adecuadamente entre dos fonemas semejantes), la conciencia fonológica y la conciencia fonémica (que permite manipular los sonidos o fonemas que forman una palabra). Otros aspectos que forman parte de un buen desarrollo lector son de tipo visual y espacial (para "no perder el renglón" al momento de leer), de tipo atento, mnésico y de abstracción. Además de estos factores de tipo cognitivo, el niño requiere de factores ambientales como un nivel adecuado de exposición a los textos y la formación de una motivación positiva hacia la lectura. Por último, distintos factores que no radican en el niño podrían tener una influencia en su desarrollo lector, tales como el ambiente familiar, el nivel sociocultural, el nivel educativo de los padres y el tipo de escuela a la que asiste (Rosselli, Matute y Ardila, 2004).

Berninger y Richards (2002) hicieron una revisión sobre el desarrollo lector desde un punto de vista anatómico-funcional, tomando en consideración que el aprendizaje de la alfabetización (lectura y escritura) envuelve diferentes sistemas funcionales: sensorial, motor, mnésico, lingüístico, ejecutivo, atencional, entre otros. La extracción de información a partir de la percepción de palabras escritas representa el objetivo fundamental en la lectura y podría ser también dividida en distintas etapas. En un principio, las palabras escritas son detectadas de igual manera que los objetos en general; este proceso se lleva a cabo en ambos lados del lóbulo occipital, particularmente en el área visual primaria y en la región posterior medial de la corteza de asociación. Con el paso del tiempo se crea un nuevo sistema dedicado únicamente para la detección de palabras: un procesador ortográfico para cadenas de letras, el cual logra desarrollarse haciendo comparaciones entre las letras y sus respectivos sonidos. Anatómicamente, dicho sistema se encuentra en la región occípito-temporal inferior izquierda de la corteza cerebral; principalmente en el giro fusiforme.

Continuando con la revisión de los autores citados anteriormente, trabajos como los de Cornelissen y cols. en 1998 y Eden y cols. en 1996, han intentado establecer relaciones anatómicas entre procesos visuales, como el procesamiento visual rápido o en inglés *visual expertise*, y características del rendimiento lector como la velocidad lectora. En estos casos los autores mencionados argumentaron que una deficiente velocidad lectora es producto de una interferencia entre las áreas involucradas en el procesamiento visual rápido (V5 y MT) y el giro fusiforme. Los sujetos que presentan dicha interferencia son precisos al reconocer las letras, pero su velocidad lectora es lenta. Ésta pudiera depender de la velocidad de la codificación de las unidades ortográficas de las palabras (las letras) y verse afectada también por una falla en la regulación de los movimientos oculares fijos, los cuales representan pausas en las que las palabras son analizadas; estos movimientos varían en dependencia de las propiedades del estímulo, la dificultad del texto y la habilidad lectora del sujeto.

Sobre la velocidad lectora, algunos autores han propuesto que una deficiencia de ésta refleja el resultado de una falla en el establecimiento de una asociación entre la fonología y la representación gráfica de las palabras (Bowers

y Wolf, 1993). Esta falla se traduce en una lectura excesivamente lenta; a esta lentitud en la velocidad lectora se le ha considerado un rasgo fundamental de la dislexia en el español (Gómez-Velázquez, González-Garrido, Zarabozo y Ámano, 2010; López-Escribano, 2007; Serrano y Defior, 2008).

Por otra parte, análogamente con el sistema visual, las palabras presentadas de manera auditiva se procesan en ciertas regiones cerebrales y en ciertas etapas, en dependencia de sus características. Primero son procesadas como cualquier señal auditiva en el giro de Heschl, posteriormente son procesadas sus características acústicas en el giro temporal superior y finalmente, sus propiedades lingüísticas específicas en un conjunto mayor de estructuras que involucran al surco temporal superior, giro temporal medio, giro angular y al lóbulo frontal lateral. El grupo de Posner observó en 1988 mediante Tomografía por Emisión de Positrones (en inglés *PET*), que la codificación aural de palabras y la codificación visual de palabras activaban regiones cerebrales distantes cuando la tarea evaluaba una o la otra por separado. Sin embargo, cuando se pedía al sujeto que evaluara si los estímulos presentados (en cualquiera de las dos modalidades) representaban palabras, se activaban regiones cercanas. Trabajos como éste han llevado a pensar en sistemas de codificación dependientes de la demanda, esto es, que diferentes regiones cerebrales se activan por separado en un nivel básico de procesamiento y que estas mismas regiones se activan en conjunto cuando el procesamiento es superior (citado por Berninger y Richards, 2002).

Habiendo tratado de manera general sobre cómo se desarrolla la habilidad para leer y sobre qué estructuras cerebrales participan en este proceso, cabría preguntarse sobre el acceso al significado de las palabras y sobre qué estructuras cerebrales participan en este proceso. Algunos autores han propuesto el término *lexicón* para referirse a un sistema de representaciones mentales cuyos elementos o formas tienen características particulares en dependencia de su dominio. Proponen un lexicón fonológico que contiene los sonidos particulares de cada palabra que conozca una persona; un lexicón ortográfico que contiene las formas ortográficas particulares de cada palabra que conozca esa persona; y un lexicón visual que contiene todas las formas visuales o "descripciones

estructurales” de cada objeto que conozca dicha persona. Estos lexicones podrían ser entonces almacenes de memoria distribuidos en distintas áreas cerebrales en dependencia del dominio al que pertenecen; por ejemplo, el lexicon visual se encontraría en áreas cerebrales especializadas en dicho sentido: áreas occipitales (Coltheart, 2004). Sobre esto, trabajos como los de Demonet en 1992 y Howard en el mismo año, han propuesto al giro superior temporal izquierdo como la región del lexicon para la forma sonora o auditiva de las palabras; para la forma ortográfica o visual de las palabras se han propuesto al giro fusiforme izquierdo y al giro lingual (citados por Berninger y Richards, 2002).

Tomando en cuenta las etapas del desarrollo lector y los almacenes mnésicos relacionados (lexicones), el aprendizaje de la lectura implicaría el desarrollo de diferentes procesos y habilidades. Barron en 1991 y Chall en 1979 propusieron que los niños aprenden primero a denominar letras y que dichas letras pueden representar sonidos, entonces se comienzan a formar vínculos entre los dos hasta el punto en el que una letra activa automáticamente su código fonológico y un sonido activa automáticamente su representación ortográfica. Durante esta primera etapa, el sistema lector comienza a adquirir representaciones ortográficas y su conexión fonológica correspondiente, sin embargo dichas representaciones forman un lexicon operativamente bajo (letras en particular y no palabras de forma general). Posteriormente este lexicon comienza a desarrollarse y los niños empiezan a vincular palabras escritas con su sonido correspondiente en diferentes niveles de unidades; en esta etapa se activa la memoria a corto plazo al decodificar estas palabras novedosas y la memoria a largo plazo al recuperarlas del lexicon. En la siguiente etapa los niños ya son capaces de leer; la práctica de la lectura y su consecuente exposición repetida de las palabras novedosas generan su automatización. Cabe mencionar que durante esta etapa los niños son alentados a leer de manera silente. En la última etapa, el lexicon aumenta conforme los sujetos se exponen a nuevas palabras. Es entonces cuando la lectura comienza a adoptar nuevos propósitos como la generación de conocimiento (citados por Berninger y Richards, 2002).

## 2.2 LA ORTOGRAFÍA EN MÉXICO

Recientemente, el Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación -INEE- (Backhoff, Peon, Andrade y Rivera, 2008) realizó un estudio con el objetivo general de conocer el nivel ortográfico de los mexicanos en distintos niveles de educación. Los autores exponen, entre otras, las siguientes razones de la importancia de estudiar la ortografía de los estudiantes mexicanos:

- La ortografía es un componente importante de la comunicación eficaz de los mensajes.
- Elimina ambigüedades semánticas, léxicas y sintácticas.
- El dominio de las convenciones ortográficas facilita la comprensión entre lectores y escritores.
- La habilidad ortográfica es altamente apreciada dentro del mundo de la cultura escrita; un dominio inadecuado de la ortografía conlleva a un nivel bajo de formación y cultura de un individuo, y como tal, es un indicador que podría asociarse con el desarrollo de su vida académica, profesional y laboral.

Los autores consideran que en primer lugar, la ortografía es un componente más del complejo proceso de expresión escrita, donde los distintos elementos que la integran se influyen mutuamente de manera diferenciada (proceso que todavía no está muy bien entendido); segundo, que la ortografía es un sistema arbitrario de convenciones y que lo correcto está determinado por cómo escribe el segmento de la sociedad que tiene poder y prestigio, no porque las convenciones existentes sean correctas por naturaleza. De tal suerte, las calificaciones en ortografía son un indicador de qué tanto la ortografía de un grupo social es consistente con las convenciones socialmente aceptadas.

El estudio referido anteriormente se realizó a nivel nacional en tres grados escolares: 3° y 6° de primaria, y 3° de secundaria; y se tomaron en cuenta las siguientes modalidades educativas:

- Primaria: indígena, rural pública, urbana pública y privada.
- Secundaria: telesecundaria, técnica, general y privada.

De la matrícula educativa del ciclo 2005-2006 (2,404,711 inscritos en 97,015 centros escolares), se extrajo una muestra de 14,000 alumnos de los 32 estados de la República Mexicana. La distribución nacional de estudiantes en distintos ciclos escolares se muestra en la siguiente tabla:

| 3° de primaria<br>ciclo 2005-2006 |           |       | 6° de primaria<br>ciclo 2004-2005 |           |       |
|-----------------------------------|-----------|-------|-----------------------------------|-----------|-------|
| Estrato escolar                   | Alumnos   |       | Estrato escolar                   | Alumnos   |       |
|                                   | N         | %     |                                   | N         | %     |
| <b>TOTAL</b>                      | 2 404 711 | 100.0 | <b>TOTAL</b>                      | 2 267 666 | 100.0 |
| Educación indígena                | 145 018   | 6.0   | Educación indígena                | 114 019   | 5.0   |
| Cursos comunitarios               | 22 374    | 0.9   | Cursos comunitarios               | 15 461    | 0.7   |
| Rural pública                     | 555 185   | 23.1  | Rural pública                     | 521 602   | 23.0  |
| Urbana pública                    | 1 482 716 | 61.7  | Urbana pública                    | 1 439 063 | 63.5  |
| Privada                           | 199 418   | 8.3   | Privada                           | 177 521   | 7.8   |

| 3° de secundaria<br>ciclo 2004-2005 |           |       |
|-------------------------------------|-----------|-------|
| Estrato escolar                     | Alumnos   |       |
|                                     | N         | %     |
| <b>TOTAL</b>                        | 1 768 672 | 100.0 |
| General                             | 778 606   | 44.0  |
| Técnica                             | 482 216   | 27.3  |
| Telesecundaria                      | 364 377   | 20.6  |
| Privada                             | 143 473   | 8.1   |

**TABLA 1.** Matrícula educativa por estrato escolar y por nivel educativo.  
Modificada de Backhoff, Peon, Andrade y Rivera, 2008; pp. 28 y 29.

Se analizaron 22 tipos de error ortográfico que son tomados en cuenta por los programas de la Secretaría de Educación Pública (SEP) y 5 tipos que no son tomados en cuenta por este organismo, de los cuales la categoría "otros" comprendió básicamente aquellos errores referentes a la separación silábica de las palabras. En el estudio no se analizaron aquellos errores relacionados con la puntuación debido a la complejidad para establecer criterios de evaluación al respecto. Lo anterior puede observarse en la siguiente tabla:

| Número | Error ortográfico                                     | Número | Error ortográfico                |
|--------|---|--------|----------------------------------|
| 1      | Acentuación   | 15     | gue-gui                          |
| 2      | Acento diacrítico                                     | 16     | güe-güi                          |
| 3      | Uso de mayúsculas                                     | 17     | Uso de h                         |
| 4      | Omisión de letras *                                   | 18     | Inicios de palabra hie, hue, hum |
| 5      | Adición de letras *                                   | 19     | Uso de ll-y                      |
| 6      | Hiposegmentación (megusta)                            | 20     | Uso de q-c-k                     |
| 7      | Hipersegmentación ("a probar", en lugar de "aprobar") | 21     | que-qui                          |
| 8      | Uso de b-v  | 22     | Uso de r-rr                      |
| 9      | Terminaciones bilidad, bir, aba                       | 23     | Uso de s-c-z                     |
| 10     | Terminaciones ividad, vo, iva                         | 24     | Uso de x                         |
| 11     | mp, mb  | 25     | Inversión de letras *            |
| 12     | nv  | 26     | Cambio de letras *               |
| 13     | Uso de g-j  | 27     | Otros *                          |
| 14     | Terminaciones ger-gir                                 |        |                                  |

**TABLA 2.** Tipos de error ortográfico analizados en el estudio. Los asteriscos indican aquellos errores que no son tomados en cuenta por los programas de la SEP.

Backhoff, Peon, Andrade y Rivera, 2008; pp. 28 y 29.

La ortografía de los estudiantes se evaluó por medio de la expresión escrita en tres tipos de textos: descriptivo, narrativo y argumentativo, cuyo grado de complejidad varió en dependencia del nivel escolar. Para el análisis se tomaron en cuenta 100 palabras de cada sujeto: 33 del primer texto, 33 del segundo y 34 del tercero. El total de las pruebas de cada grado se dividió en tres conjuntos: en el primero, se eligieron las palabras al inicio de los textos; en el segundo, las palabras se eligieron del final de los textos; y en el tercero, las palabras se seleccionaron de la parte media los textos.

Los resultados del estudio mostraron que, en general, los errores de acentuación son los más comunes. Sin embargo, si se agrupan los errores de tipo homófono (aquellos errores que tienen que ver con fonemas representados por diferentes letras como en el caso de c-s-z, b-v, g-j, ll-y, h) puede observarse que también representan un tipo muy frecuente de error (el porcentaje se calculó tomando como 100% el total de errores cometidos por los estudiantes en cada grupo evaluado y representa la proporción relativa de errores para cada tipo de error ortográfico).

En 3° de primaria los errores ortográficos de tipo homófono representaron el 29.81%, siendo éste el error más común. De acuerdo con el tipo de sistema educativo, el porcentaje acumulado de este error fue de 31.21% para las escuelas urbanas públicas, y de 29.41% para el sistema privado:

| Tipo de error ortográfico          | Nacional |        | Educación indígena |        | Rural pública |        | Urbana pública |        | Privada |        |
|------------------------------------|----------|--------|--------------------|--------|---------------|--------|----------------|--------|---------|--------|
|                                    | %        | (EE)   | %                  | (EE)   | %             | (EE)   | %              | (EE)   | %       | (EE)   |
| 1 Acentuación                      | 25.04    | (0.37) | 24.25              | (1.57) | 22.38         | (0.78) | 25.16          | (0.45) | 36.49   | (1.00) |
| 2 Acento diacrítico                | 1.62     | (0.08) | 1.31               | (0.25) | 1.49          | (0.15) | 1.59           | (0.10) | 2.82    | (0.27) |
| 3 Uso de mayúsculas                | 7.87     | (0.18) | 9.84               | (0.67) | 7.64          | (0.39) | 7.89           | (0.23) | 6.96    | (0.39) |
| 4 Omisión de letras                | 7.66     | (0.22) | 9.96               | (1.11) | 8.80          | (0.47) | 7.26           | (0.28) | 4.82    | (0.35) |
| 5 Adición de letras                | 2.01     | (0.13) | 2.53               | (0.33) | 2.44          | (0.41) | 1.86           | (0.12) | 1.34    | (0.17) |
| 6 Hiposegmentación                 | 8.20     | (0.26) | 7.56               | (0.85) | 8.69          | (0.69) | 8.23           | (0.30) | 6.05    | (0.45) |
| 7 Hipersegmentación                | 4.93     | (0.24) | 4.42               | (0.84) | 6.11          | (0.72) | 4.57           | (0.22) | 3.91    | (0.32) |
| 8 Uso de b-v                       | 11.37    | (0.22) | 8.84               | (0.64) | 10.27         | (0.38) | 12.06          | (0.30) | 11.09   | (0.52) |
| 9 Terminaciones bilidad, bir, aba  | 0.71     | (0.06) | 0.46               | (0.11) | 0.83          | (0.17) | 0.67           | (0.07) | 0.76    | (0.11) |
| 10 Terminaciones ividad, ivo, iva  | 0.02     | (0.01) | *                  | *      | 0.00          | (0.00) | 0.03           | (0.01) | 0.01    | (0.00) |
| 11 Uso de mp, mb                   | 1.44     | (0.09) | 1.16               | (0.26) | 1.92          | (0.23) | 1.31           | (0.11) | 0.89    | (0.12) |
| 12 Uso de nv                       | 0.08     | (0.01) | 0.02               | (0.02) | 0.06          | (0.02) | 0.08           | (0.02) | 0.21    | (0.06) |
| 13 Uso de g-j                      | 1.57     | (0.08) | 1.41               | (0.27) | 1.85          | (0.18) | 1.50           | (0.10) | 1.34    | (0.15) |
| 14 Terminaciones ger, gir          | *        | *      | *                  | *      | *             | *      | *              | *      | *       | *      |
| 15 gue, gui                        | 0.19     | (0.03) | 0.17               | (0.08) | 0.16          | (0.04) | 0.21           | (0.04) | 0.16    | (0.05) |
| 16 güe, güi                        | 0.16     | (0.03) | 0.10               | (0.05) | 0.15          | (0.05) | 0.15           | (0.03) | 0.21    | (0.05) |
| 17 Uso de h                        | 5.66     | (0.14) | 4.78               | (0.50) | 5.23          | (0.30) | 5.87           | (0.18) | 6.08    | (0.30) |
| 18 Inicio de palabra hie, hue, hum | 0.00     | (0.00) | 0.00               | (0.00) | 0.00          | (0.00) | 0.00           | (0.00) | *       | *      |
| 19 Uso de ll-y                     | 2.79     | (0.10) | 3.25               | (0.41) | 2.26          | (0.19) | 3.00           | (0.14) | 2.51    | (0.25) |
| 20 Uso de q-c-k                    | 0.13     | (0.04) | 0.07               | (0.04) | 0.16          | (0.12) | 0.12           | (0.03) | 0.12    | (0.05) |
| 21 Uso de que, qui                 | 0.17     | (0.02) | 0.32               | (0.18) | 0.16          | (0.05) | 0.16           | (0.03) | 0.17    | (0.06) |
| 22 Uso de r-rr                     | 1.08     | (0.07) | 1.47               | (0.37) | 1.05          | (0.14) | 1.10           | (0.10) | 0.65    | (0.10) |
| 23 Uso de s-c-z                    | 8.42     | (0.19) | 6.70               | (0.58) | 7.87          | (0.33) | 8.78           | (0.26) | 8.39    | (0.38) |
| 24 Uso de x                        | 0.21     | (0.03) | 0.19               | (0.08) | 0.17          | (0.04) | 0.24           | (0.04) | 0.17    | (0.05) |
| 25 Inversión de letras             | 0.30     | (0.05) | 0.21               | (0.08) | 0.42          | (0.14) | 0.26           | (0.06) | 0.21    | (0.08) |
| 26 Cambio de letras                | 8.26     | (0.26) | 10.84              | (0.93) | 9.77          | (0.59) | 7.78           | (0.31) | 4.37    | (0.30) |
| 27 Otros                           | 0.12     | (0.02) | 0.11               | (0.06) | 0.11          | (0.04) | 0.11           | (0.02) | 0.26    | (0.09) |

**TABLA 3.** Porcentaje de errores ortográficos por tipo de error en 3° de Primaria. Porcentaje acumulado de errores ortográficos de tipo homófono (general en rojo, urbana pública en verde y privada en anaranjado).

Modificada de Backhoff, Peon, Andrade y Rivera, 2008; p. 58.

En 6° de primaria los errores de tipo homófono representaron el 23.08%, ocupando el segundo lugar en cuanto a tipo de error. De acuerdo con el tipo de sistema educativo, el porcentaje acumulado de este error fue de 22.93% para las escuelas urbanas públicas, y de 15.69% para el sistema privado:

| Tipo de error ortográfico          | Nacional |        | Educación indígena |        | Rural pública |        | Urbana pública |        | Privada |        |
|------------------------------------|----------|--------|--------------------|--------|---------------|--------|----------------|--------|---------|--------|
|                                    | %        | (EE)   | %                  | (EE)   | %             | (EE)   | %              | (EE)   | %       | (EE)   |
| 1 Acentuación                      | 31.77    | (0.44) | 29.22              | (1.02) | 26.37         | (0.69) | 33.42          | (0.59) | 47.23   | (1.20) |
| 2 Acento diacrítico                | 6.91     | (0.18) | 5.41               | (0.43) | 6.14          | (0.29) | 7.20           | (0.25) | 10.58   | (0.57) |
| 3 Uso de mayúsculas                | 6.28     | (0.18) | 9.47               | (0.66) | 6.67          | (0.28) | 5.98           | (0.22) | 4.41    | (0.37) |
| 4 Omisión de letras                | 5.61     | (0.19) | 8.87               | (0.71) | 5.89          | (0.30) | 5.40           | (0.27) | 3.73    | (0.38) |
| 5 Adición de letras                | 1.44     | (0.06) | 2.11               | (0.29) | 1.54          | (0.11) | 1.41           | (0.09) | 0.86    | (0.12) |
| 6 Hipsegmentación                  | 10.82    | (0.29) | 10.14              | (0.68) | 13.16         | (0.61) | 10.03          | (0.36) | 7.16    | (0.71) |
| 7 Hipersegmentación                | 6.54     | (0.18) | 5.06               | (0.38) | 6.82          | (0.31) | 6.49           | (0.25) | 5.57    | (0.45) |
| 8 Uso de b-v                       | 6.98     | (0.16) | 5.83               | (0.48) | 7.75          | (0.27) | 6.86           | (0.22) | 3.51    | (0.33) |
| 9 Terminaciones bilidad, bir, aba  | 0.12     | (0.02) | 0.05               | (0.02) | 0.11          | (0.04) | 0.10           | (0.02) | 0.25    | (0.09) |
| 10 Terminaciones ividad, ivo, iva  | 0.03     | (0.01) | *                  | *      | 0.02          | (0.01) | 0.04           | (0.01) | 0.05    | (0.03) |
| 11 Uso de mp, mb                   | 0.75     | (0.05) | 0.85               | (0.16) | 1.05          | (0.11) | 0.65           | (0.07) | 0.37    | (0.11) |
| 12 Uso de nv                       | 0.10     | (0.02) | 0.08               | (0.03) | 0.11          | (0.03) | 0.10           | (0.02) | 0.03    | (0.02) |
| 13 Uso de g-j                      | 0.89     | (0.05) | 0.72               | (0.12) | 0.98          | (0.09) | 0.88           | (0.07) | 0.67    | (0.16) |
| 14 Terminaciones ger, gir          | 0.00     | (0.00) | *                  | *      | *             | *      | *              | *      | 0.00    | (0.00) |
| 15 gue, gui                        | 0.37     | (0.03) | 0.36               | (0.08) | 0.30          | (0.05) | 0.42           | (0.05) | 0.29    | (0.08) |
| 16 güe, güi                        | 0.07     | (0.02) | 0.11               | (0.05) | 0.05          | (0.01) | 0.08           | (0.02) | 0.14    | (0.07) |
| 17 Uso de h                        | 5.62     | (0.16) | 4.49               | (0.35) | 6.13          | (0.27) | 5.58           | (0.20) | 3.58    | (0.35) |
| 18 Inicio de palabra hie, hue, hum | 0.01     | (0.01) | *                  | *      | 0.00          | (0.00) | 0.02           | (0.01) | *       | *      |
| 19 Uso de ll-y                     | 1.87     | (0.08) | 2.05               | (0.36) | 2.23          | (0.15) | 1.72           | (0.10) | 1.24    | (0.19) |
| 20 Uso de q-c-k                    | 0.14     | (0.07) | 0.13               | (0.07) | 0.08          | (0.02) | 0.18           | (0.11) | 0.01    | (0.01) |
| 21 Uso de que, qui                 | 0.03     | (0.01) | 0.01               | (0.01) | 0.03          | (0.01) | 0.03           | (0.01) | 0.01    | (0.01) |
| 22 Uso de r-rr                     | 0.39     | (0.03) | 0.39               | (0.09) | 0.45          | (0.07) | 0.39           | (0.05) | 0.22    | (0.07) |
| 23 Uso de s-c-z                    | 7.72     | (0.18) | 6.37               | (0.47) | 7.69          | (0.35) | 7.89           | (0.23) | 6.69    | (0.48) |
| 24 Uso de x                        | 0.20     | (0.02) | 0.16               | (0.05) | 0.25          | (0.05) | 0.21           | (0.03) | 0.01    | (0.01) |
| 25 Inversión de letras             | 0.19     | (0.02) | 0.26               | (0.07) | 0.20          | (0.04) | 0.18           | (0.03) | 0.25    | (0.08) |
| 26 Cambio de letras                | 5.12     | (0.15) | 7.83               | (0.62) | 5.93          | (0.28) | 4.71           | (0.19) | 3.09    | (0.39) |
| 27 Otros                           | 0.05     | (0.01) | 0.04               | (0.02) | 0.05          | (0.02) | 0.05           | (0.02) | 0.04    | (0.02) |

**TABLA 4.** Porcentaje de errores ortográficos por tipo de error en 6° de primaria. Porcentaje acumulado de errores ortográficos de tipo homófono (general en rojo, urbana pública en verde y privada en anaranjado).

Modificada de Backhoff, Peon, Andrade y Rivera, 2008; p. 68.

Por último en los alumnos de 3° de secundaria, los errores de tipo homófono representaron el 17.88%, ocupando también el segundo lugar en cuanto a tipo de error. De acuerdo con el tipo de sistema educativo, el porcentaje acumulado de este error fue de 17.19% para secundaria general y de 11.01% para el sistema privado:

| Tipo de error ortográfico          | Nacional |        | General |        | Técnica |        | Telesecundaria |        | Privada |        |
|------------------------------------|----------|--------|---------|--------|---------|--------|----------------|--------|---------|--------|
|                                    | %        | (EE)   | %       | (EE)   | %       | (EE)   | %              | (EE)   | %       | (EE)   |
| 1 Acentuación                      | 39.67    | (0.46) | 40.37   | (0.88) | 40.93   | (0.70) | 34.33          | (0.64) | 52.09   | (0.91) |
| 2 Acento diacrítico                | 11.32    | (0.26) | 12.60   | (0.51) | 10.39   | (0.35) | 9.65           | (0.32) | 13.48   | (0.54) |
| 3 Uso de mayúsculas                | 3.79     | (0.13) | 3.91    | (0.23) | 3.07    | (0.21) | 4.54           | (0.28) | 2.99    | (0.25) |
| 4 Omisión de letras                | 6.15     | (0.24) | 6.09    | (0.41) | 7.28    | (0.50) | 5.21           | (0.31) | 5.22    | (0.50) |
| 5 Adición de letras                | 1.02     | (0.06) | 0.93    | (0.10) | 0.97    | (0.09) | 1.28           | (0.11) | 0.76    | (0.14) |
| 6 Hipsegmentación                  | 8.28     | (0.24) | 7.31    | (0.42) | 7.64    | (0.40) | 11.37          | (0.49) | 5.29    | (0.41) |
| 7 Hipersegmentación                | 7.08     | (0.18) | 7.47    | (0.33) | 6.83    | (0.31) | 6.89           | (0.29) | 6.07    | (0.56) |
| 8 Uso de b-v                       | 4.63     | (0.14) | 4.36    | (0.25) | 4.56    | (0.24) | 5.66           | (0.23) | 2.54    | (0.25) |
| 9 Terminaciones bilidad, bir, aba  | 0.12     | (0.02) | 0.13    | (0.04) | 0.10    | (0.03) | 0.11           | (0.04) | 0.08    | (0.03) |
| 10 Terminaciones ividad, ivo, iva  | 0.06     | (0.01) | 0.05    | (0.02) | 0.07    | (0.03) | 0.06           | (0.02) | 0.05    | (0.02) |
| 11 Uso de mp, mb                   | 0.47     | (0.05) | 0.37    | (0.07) | 0.50    | (0.08) | 0.69           | (0.09) | 0.13    | (0.05) |
| 12 Uso de nv                       | 0.17     | (0.02) | 0.11    | (0.04) | 0.12    | (0.03) | 0.34           | (0.05) | 0.07    | (0.05) |
| 13 Uso de g-j                      | 0.62     | (0.05) | 0.62    | (0.08) | 0.57    | (0.07) | 0.76           | (0.08) | 0.27    | (0.07) |
| 14 Terminaciones ger, gir          | *        | *      | *       | *      | *       | *      | *              | *      | *       | *      |
| 15 gue, gui                        | 0.25     | (0.03) | 0.21    | (0.04) | 0.27    | (0.05) | 0.29           | (0.05) | 0.29    | (0.08) |
| 16 güe, güi                        | 0.02     | (0.01) | 0.01    | (0.01) | 0.04    | (0.01) | 0.04           | (0.02) | 0.01    | (0.01) |
| 17 Uso de h                        | 4.76     | (0.13) | 4.52    | (0.24) | 4.94    | (0.23) | 5.44           | (0.23) | 2.71    | (0.30) |
| 18 Inicio de palabra hie, hue, hum | 0.00     | (0.00) | *       | *      | 0.01    | (0.01) | 0.00           | (0.00) | *       | *      |
| 19 Uso de ll-y                     | 1.35     | (0.08) | 1.39    | (0.15) | 1.17    | (0.10) | 1.67           | (0.14) | 0.60    | (0.13) |
| 20 Uso de q-c-k                    | 0.10     | (0.04) | 0.15    | (0.07) | 0.08    | (0.06) | 0.07           | (0.03) | 0.03    | (0.01) |
| 21 Uso de que, qui                 | 0.00     | (0.00) | 0.00    | (0.00) | *       | *      | 0.01           | (0.01) | 0.00    | (0.00) |
| 22 Uso de r-rr                     | 0.27     | (0.03) | 0.24    | (0.05) | 0.31    | (0.05) | 0.30           | (0.05) | 0.19    | (0.06) |
| 23 Uso de s-c-z                    | 6.52     | (0.16) | 6.30    | (0.30) | 6.88    | (0.27) | 6.88           | (0.26) | 4.89    | (0.35) |
| 24 Uso de x                        | 0.11     | (0.02) | 0.07    | (0.02) | 0.13    | (0.04) | 0.15           | (0.04) | 0.01    | (0.00) |
| 25 Inversión de letras             | 0.21     | (0.03) | 0.20    | (0.06) | 0.22    | (0.04) | 0.22           | (0.05) | 0.17    | (0.04) |
| 26 Cambio de letras                | 2.94     | (0.10) | 2.53    | (0.17) | 2.84    | (0.19) | 3.97           | (0.21) | 2.00    | (0.20) |
| 27 Otros                           | 0.08     | (0.01) | 0.07    | (0.02) | 0.10    | (0.03) | 0.06           | (0.03) | 0.05    | (0.02) |

Tabla 5. Porcentaje de errores ortográficos por tipo de error en 3° de secundaria. Porcentaje acumulado de errores ortográficos de tipo homófono (general en rojo, urbana pública en verde y privada en anaranjado).

Modificada de Backhoff, Peon, Andrade y Rivera, 2008; p. 76.

Estos resultados pueden ser interpretados en el sentido de que, en general, los alumnos provenientes de escuelas privadas muestran notoriamente un mejor desempeño en la ortografía de palabras que pudieran representar errores de tipo homófono.

Esta mejoría en el desempeño podría deberse a diferentes factores entre los cuales pueden mencionarse: el tamaño de los grupos en los diferentes estratos escolares (atención más personalizada), el nivel socio-económico-cultural de los alumnos (mayor acceso a textos), presencia de los profesores (menor nivel de ausentismo o suspensión de clases), entre otros.

Por otra parte, los autores del estudio evaluaron tanto el porcentaje de palabras mal escritas, como el Coeficiente de Error Ortográfico (CEO) el cual cuantifica la frecuencia de errores cometidos en cien palabras escritas por el

alumno, tomando en cuenta que en una misma palabra, el alumno puede cometer uno o más errores ortográficos.

Así en 3° de primaria se observó que la media nacional fue de 31 errores por cada cien palabras escritas. En este nivel educativo, la media del estrato escolar urbano público se encontró apenas por debajo de la media nacional (30.7), mientras que la del estrato escolar privado estuvo muy por debajo (20.1) También se observaron diferencias significativas entre hombres y mujeres a nivel nacional y en el estrato escolar urbano público:

| ESTRATO ESCOLAR    | CEO  | (EE) |
|--------------------|------|------|
| <i>NACIONAL</i>    | 31.0 | 0.4  |
| Educación indígena | 32.1 | 1.4  |
| Rural pública      | 35.5 | 1.1  |
| Urbana pública     | 30.7 | 0.5  |
| Privada            | 20.1 | 0.6  |

| ESTRATO ESCOLAR    | GÉNERO      |      |             |      |
|--------------------|-------------|------|-------------|------|
|                    | MASCULINO   |      | FEMENINO    |      |
|                    | CEO         | (EE) | CEO         | (EE) |
| <i>NACIONAL</i>    | <b>32.4</b> | 0.6  | <b>29.6</b> | 0.5  |
| Educación indígena | 33.4        | 1.2  | 30.9        | 2.5  |
| Rural pública      | 36.7        | 1.6  | 34.4        | 1.4  |
| Urbana pública     | <b>32.5</b> | 0.7  | <b>29.1</b> | 0.6  |
| Privada            | 20.8        | 0.9  | 19.3        | 0.7  |

**TABLA 6.** Coeficiente de Error Ortográfico por estrato escolar y género en 3° de Primaria. En negritas aquellos rubros que presentaron diferencias estadísticamente significativas.

Modificada de Backhoff, Peon, Andrade y Rivera, 2008; p. 56.

La siguiente tabla muestra el CEO nacional en 6° de primaria (18.2) En este nivel educativo, las medias de los estratos escolares urbano público y privado estuvieron por debajo de la media nacional (17.7 y 10.8 respectivamente) Es de destacar que se observaron diferencias significativas entre hombres y mujeres a nivel nacional y en ambos estratos escolares:

| ESTRATO ESCOLAR    | CEO  | (EE) |
|--------------------|------|------|
| <i>NACIONAL</i>    | 18.2 | 0.2  |
| Educación indígena | 18.2 | 0.6  |
| Rural pública      | 22.0 | 0.6  |
| Urbana pública     | 17.7 | 0.3  |
| Privada            | 10.8 | 0.4  |

| ESTRATO ESCOLAR    | SEXO        |      |             |      |
|--------------------|-------------|------|-------------|------|
|                    | HOMBRES     |      | MUJERES     |      |
|                    | CEO         | (EE) | CEO         | (EE) |
| <i>NACIONAL</i>    | <b>20.3</b> | 0.4  | <b>16.2</b> | 0.3  |
| Educación indígena | 19.5        | 0.9  | 16.6        | 0.8  |
| Rural pública      | <b>24.8</b> | 0.9  | <b>19.3</b> | 0.6  |
| Urbana pública     | <b>19.7</b> | 0.5  | <b>15.7</b> | 0.4  |
| Privada            | <b>12.4</b> | 0.6  | <b>9.5</b>  | 0.4  |

**TABLA 7.** Coeficiente de Error Ortográfico por estrato escolar y género en 6° de Primaria. En negritas aquellos rubros que presentaron diferencias estadísticamente significativas.  
Modificada de Backhoff, Peon, Andrade y Rivera, 2008; pp. 65 y 66.

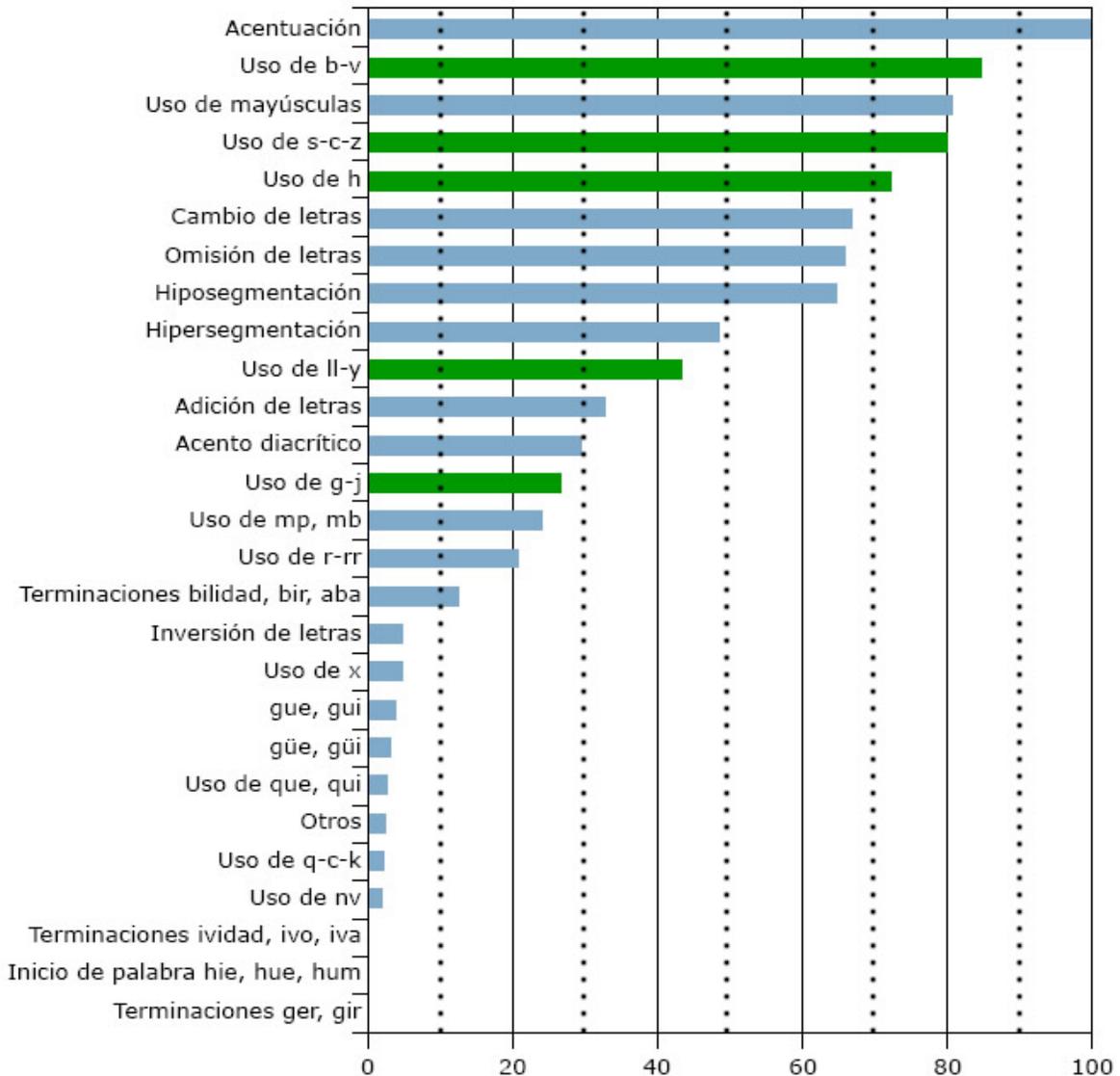
Por último, los estudiantes de 3° de secundaria presentaron un CEO nacional de 13.2 errores por cada cien palabras escritas. En este nivel educativo, la media del estrato escolar urbano público y la media del privado se encontraron por debajo de la media nacional (12.9 y 8.4 respectivamente) También se observaron diferencias significativas entre hombres y mujeres:

| ESTRATO ESCOLAR | CEO  | (EE) |
|-----------------|------|------|
| <i>NACIONAL</i> | 13.2 | 0.2  |
| General         | 12.9 | 0.3  |
| Técnica         | 13.3 | 0.3  |
| Telesecundaria  | 15.9 | 0.3  |
| Privada         | 8.4  | 0.2  |

| ESTRATO ESCOLAR | SEXO        |      |             |      |
|-----------------|-------------|------|-------------|------|
|                 | HOMBRES     |      | MUJERES     |      |
|                 | CEO         | (EE) | CEO         | (EE) |
| <i>NACIONAL</i> | <b>15.4</b> | 0.3  | <b>11.4</b> | 0.2  |
| General         | <b>18.3</b> | 0.5  | <b>13.9</b> | 0.4  |
| Técnica         | <b>15.0</b> | 0.5  | <b>11.8</b> | 0.3  |
| Telesecundaria  | <b>15.2</b> | 0.4  | <b>10.8</b> | 0.3  |
| Privada         | <b>10.5</b> | 0.4  | <b>6.6</b>  | 0.2  |

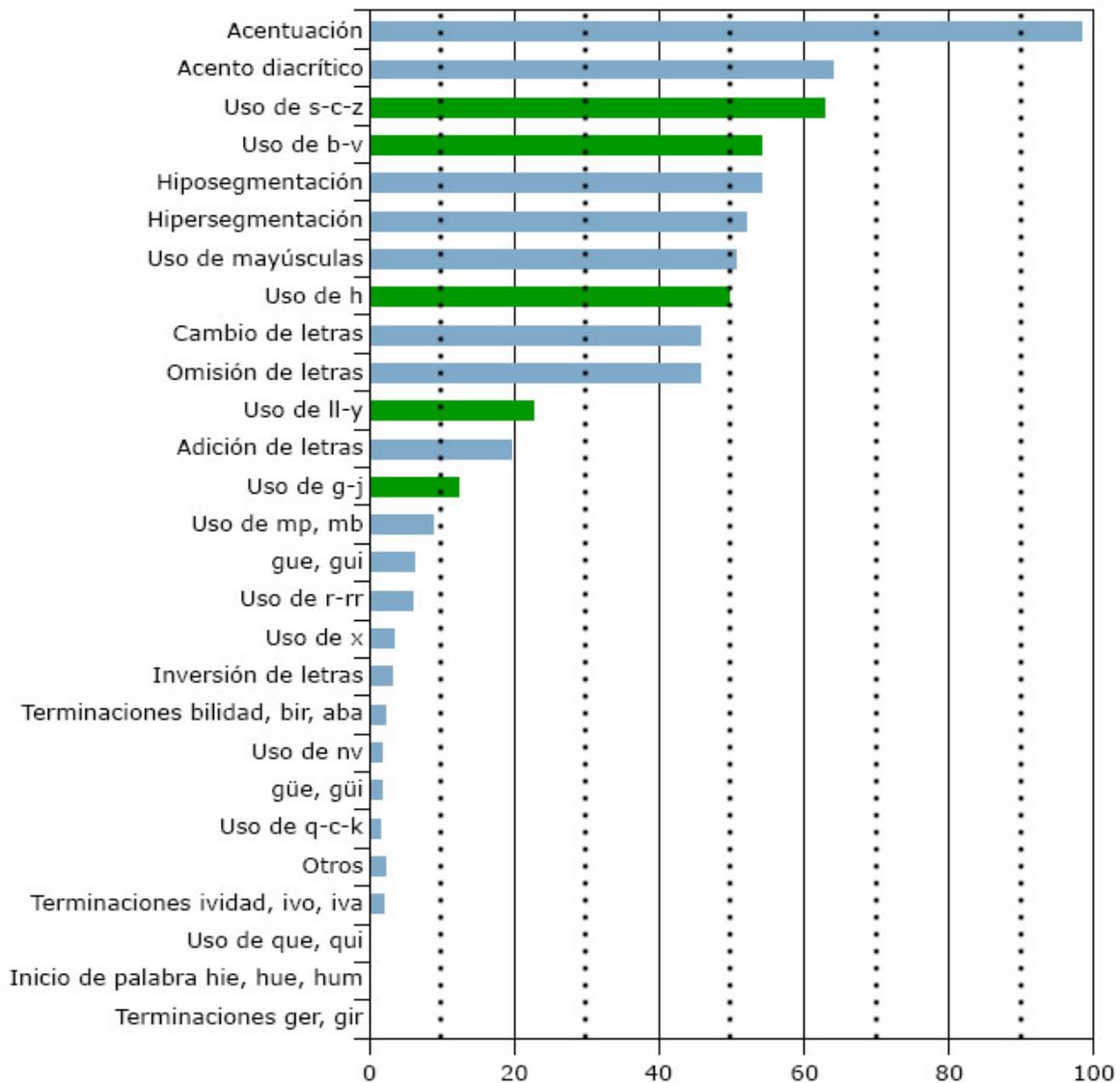
**TABLA 8.** Coeficiente de Error Ortográfico por estrato escolar y género en 3° de Secundaria. En negritas aquellos rubros que presentaron diferencias estadísticamente significativas.  
 Modificada de Backhoff, Peon, Andrade y Rivera, 2008; p. 74 y comunicación personal.

Por otra parte, los autores reportaron el porcentaje de alumnos que cometieron por lo menos un error de cada tipo y los ordenaron de acuerdo con la clasificación de errores antes mencionada (*ver Tabla 2*). En este reporte puede observarse que en 3° de primaria el 85% de los alumnos cometieron errores en el uso de *b-v*, 80% al utilizar *s-c-z*, alrededor de 70% en el uso de la *h*, poco más del 40% al utilizar *ll-y*, y poco menos del 30% en el uso de la *g-j* (FIGURA 2).



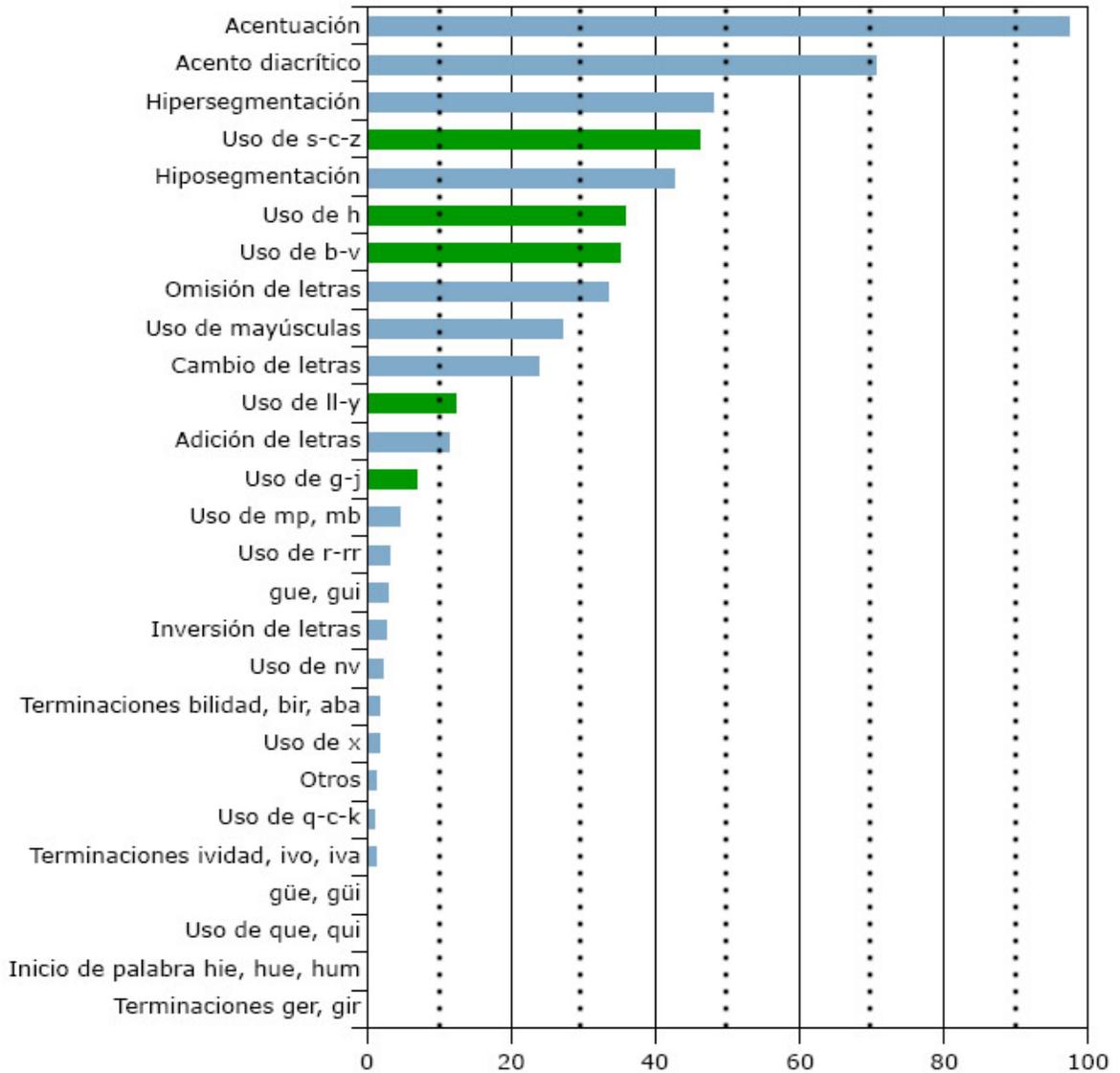
**FIGURA 2.** Porcentaje de estudiantes que comete algún error ortográfico de acuerdo con su tipo en 3° de Primaria. En verde, errores ortográficos de tipo homófono.  
 Modificada de Backhoff, Peon, Andrade y Rivera, 2008; p. 59.

Los alumnos de 6° de primaria cometieron más errores en el uso de *s-c-z* (62%), al utilizar *b-v* (54%), en el uso de la *h* (50%), al utilizar *ll-y* (22%), y en el uso de la *g-j* (12%). Esto puede observarse en la FIGURA 3.



**FIGURA 3.** Porcentaje de estudiantes que comete algún error ortográfico de acuerdo con su tipo en 6° de Primaria. En verde, errores ortográficos de tipo homófono.  
 Modificada de Backhoff, Peon, Andrade y Rivera, 2008; p. 69.

Por último, de los alumnos de 3° de secundaria el 47% cometieron errores en el uso de *s-c-z*, 37% al utilizar *h*, alrededor de 35% en el uso de *b-v*, poco más del 10% al utilizar *ll-y*, y menos del 10% en el uso de la *g-j* (FIGURA 4).



**FIGURA 4.** Porcentaje de estudiantes que comete algún error ortográfico de acuerdo con su tipo en 3° de Secundaria. En verde, errores ortográficos de tipo homófono.  
Modificada de Backhoff, Peon, Andrade y Rivera, 2008; p. 77.

Los autores concluyen que el tipo de texto influye en el número de errores ortográficos que cometen los estudiantes, los cuales son más frecuentes cuando escriben textos narrativos que descriptivos, informativos o argumentativos. Esto probablemente se debe a la omisión de acentos en el pretérito de los verbos. Argumentan que tanto las palabras escritas incorrectamente, así como el CEO, se obtuvieron a partir de palabras distintas en cada alumno y, por lo tanto, este procedimiento tiene una limitación para comparar el dominio de los alumnos, ya que algunos de ellos pudieron elegir palabras con mayor dificultad ortográfica que otros. Esto es especialmente cierto en las comparaciones de los tres grados escolares, dado que por las diferencias de edad, aprendizaje y maduración lingüística de los estudiantes, sus textos difieren sustancialmente en cuanto a la variedad y complejidad de sus vocablos.

No obstante las limitaciones que conlleva el evaluar la ortografía a partir de textos redactados por los alumnos, el estudio presentado por el INEE en 2008 representa una fuente muy importante de información sobre las características de los errores ortográficos que cometen los alumnos de educación básica, y para los fines de la presente investigación, sobre la altísima proporción de estudiantes mexicanos que comenten errores de tipo homófono en el español.

## 2.3 POTENCIALES RELACIONADOS CON EVENTOS (PREs)

El registro de la actividad eléctrica cerebral por medio de electrodos colocados en el cuero cabelludo comenzó a principios del siglo XX. En 1929 Hans Berger, considerado el padre de la electroencefalografía, colocó cables de platino sobre el cuero cabelludo para demostrar cambios eléctricos relacionados con el cierre y la apertura de los ojos, la atención y la actividad mental en general (Goldensohn, 1998). La medición de la actividad eléctrica cerebral y la presentación de dicha medición han ido mejorando como resultado del avance tecnológico y las necesidades propias de la investigación.

Una simple estimulación sensorial produce respuestas eléctricas en el cerebro. El destello de un flash presentado a una persona genera una serie de variaciones en el voltaje cerebral que ocurren desde los 10 milisegundos (ms) hasta los 80ms después de ser presentado el estímulo y se observan principalmente en la región occipital. También la presentación de un tono produce una respuesta similar a la anterior que puede observarse principalmente en la región temporal. Este tipo de respuestas eléctricas son llamadas *respuestas sensoriales evocadas* y tanto su nombre específico como el área en la que se observan varía en dependencia del tipo de estimulación empleada (Stern, Ray y Quigley, 2001).

### **ACTIVIDAD CEREBRAL Y PREs**

La actividad cerebral puede ser medida a partir de varios elementos y utilizando diferentes técnicas. Puede tomarse en cuenta la irrigación sanguínea o la actividad magnética del cerebro y así medir la actividad de éste por medio de la RMf; también puede medirse la actividad cerebral tomando en consideración las respuestas eléctricas cerebrales utilizando el electroencefalograma (EEG). Lo anterior se relaciona con el uso de técnicas invasivas o no invasivas refiriéndose a la situación experimental en la que se encuentre el sujeto, no natural o natural respectivamente. El uso del EEG permite realizar experimentos de tipo no

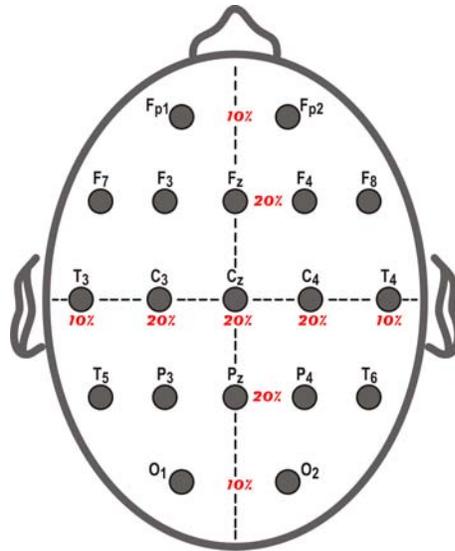
invasivo y tener una alta resolución temporal (del orden de los ms) aunque cabe señalar su baja resolución espacial (Gumá y González-Garrido, 2001).

A diferencia del electroencefalograma, el cual mide la actividad eléctrica cerebral en un continuo a través del tiempo, los PREs miden dicha actividad relacionada específicamente con la presentación de estímulos y las respuestas a ellos (Stern, Ray y Quigley, 2001).

### **OBTENCIÓN DE LOS PREs**

Como se mencionó anteriormente, los PREs miden la actividad eléctrica cerebral relacionada específicamente con la presentación de estímulos y muestran la respuesta eléctrica a ellos. Como el voltaje del potencial es mucho menor que el voltaje generado por el EEG, debe presentarse una gran cantidad de estímulos y obtener el "potencial promedio" de todos ellos para poder observar los diferentes componentes de los potenciales.

La obtención de los potenciales parte del registro del electroencefalograma. Para dicho registro se requiere, además de los diferentes instrumentos y programas computacionales, la colocación de electrodos sobre el cuero cabelludo. El material del cual están compuestos los electrodos varía; dado que el objetivo general es captar una corriente eléctrica, el mejor material del que pueden estar compuestos los electrodos son metales precisos como el platino o el oro, aunque debido a sus altos costos generalmente se utilizan electrodos de plata con una interfase de plata clorurada (Ag-AgCl). Debido a la variabilidad de las dimensiones de los cráneos de los sujetos se han tomado diferentes acuerdos respecto al sitio de medición del EEG. Uno de ellos, y quizá el más utilizado, es el Sistema Internacional 10-20 que como su nombre lo indica, está desarrollado a partir de mediciones craneales de 10 y 20 por ciento según se puede observar en la FIGURA 5.



**FIGURA 5.** Medición para la colocación de los electrodos según el Sistema Internacional 10-20. Las líneas verticales muestran las mediciones desde nasion hasta inion. Las líneas horizontales lo hacen desde cada uno de los oídos externos. De anterior a posterior: Fp (Frontopolar), F (Frontal), T (Temporal), C (Central), P (Parietal) y O (Occipital). Los números nones corresponden a derivaciones en el hemisferio izquierdo y los números pares a derivaciones en el hemisferio derecho.

Modificada de Harner y Sannit, 1974.

El registro del EEG se filtra con el propósito de eliminar el ruido y extraer la señal, entendiéndose por ruido toda la actividad eléctrica cerebral que no está vinculada con la presentación y la respuesta a los estímulos. A continuación se promedian las señales obtenidas en una "ventana de tiempo" que fue previamente establecida. Al ser promediados todos los ensayos se obtiene finalmente el potencial (Gumá y González-Garrido, 2001).

## **MORFOLOGÍA Y CLASIFICACIÓN DE LOS PREs**

Los PREs pueden ser clasificados como exógenos (también llamados automáticos) y endógenos (también llamados de procesamiento cognitivo). Los primeros dependen únicamente de las características físicas de los estímulos o la actividad motora. Por otra parte, los potenciales endógenos dependen del procesamiento de la información por parte del sujeto como la atención, la memoria o la toma de decisiones (Gumá y González-Garrido, 2001).

Los componentes de los potenciales pueden clasificarse de acuerdo a su polaridad (positivo o negativo) y su latencia: tempranos (< 20ms), medios (> 20ms y < 100ms) y tardíos (> 100ms); o de acuerdo con el procesamiento cerebral que refleja. Algunas de las diferentes clasificaciones pueden observarse en la FIGURA 6.

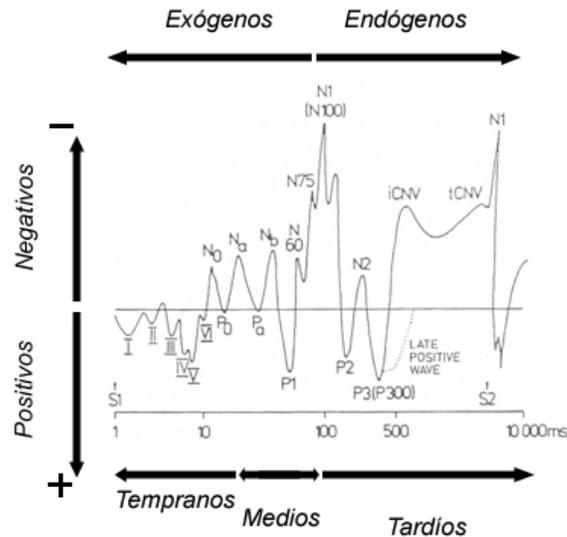


FIGURA 6. Componentes de los PREs. Escala con valores de voltaje negativos hacia arriba.

Modificada de Stern, Ray y Quigley, 2001.

Los potenciales de auditivos de tallo cerebral (componentes I-VI en FIGURA 6) representan la respuesta cerebral a un proceso automático que ocurre alrededor de los 10ms, se obtienen generalmente a partir de estimulación auditiva y se registran en recién nacidos para observar una posible afección auditiva patológica.

Entre los 10ms y los 50ms pueden observarse los potenciales de latencia media que probablemente son generados en el núcleo geniculado lateral del tálamo y en la corteza auditiva primaria, relacionándose con procesos atencivos.

Los potenciales de procesamiento cognitivo (N1 en adelante) se obtienen utilizando diferentes paradigmas y fuentes de estimulación. Un ejemplo de éstos es el componente P3 o P300 que aparece típicamente en un paradigma denominado *oddball* en el que se requiere de los sujetos su atención a un

conjunto de estímulos y su discriminación entre frecuentes e infrecuentes (Opitz, 2003). Así como cada componente de los potenciales se obtiene de distintos paradigmas o tipos de estimulación, su representación espacial es distinta. En el caso del componente P3, tiene una distribución centro-parietal (Stern, Ray y Quigley, 2001; Andreassi, 2000).

Otra posible clasificación de los PREs puede realizarse tomando como referencia los sentidos y su asociación con distintos aspectos cognitivos. De acuerdo con lo anterior, una revisión es realizada por Luck (2005):

#### *RESPUESTAS VISUALES*

El primer gran componente de los PREs que puede observarse en esta modalidad es C1. A diferencia de otros, a este componente no se le ha asignado una inicial de acuerdo a su polaridad (P ó N) debido a que ésta puede variar. Es generado en la corteza visual primaria (V1) y aparece entre los 40-60ms postestímulo alcanzando su mayor amplitud entre los 80-100ms. Este componente es muy sensible a las características físicas de los estímulos como el contraste o la luminosidad. El componente P1 aparece entre los 60-90ms postestímulo y alcanza su mayor amplitud entre los 100-130ms. A partir de distintos estudios se ha propuesto que es inicialmente generado en la corteza dorsal extra-estriada y posteriormente en el giro fusiforme. Este componente, al igual que C1, es muy sensible a cambios en las características físicas del estímulo.

Después de P1 puede observarse la onda N1. Esta onda se inscribe en una familia de subcomponentes que van desde los de tipo temprano (100-150ms) hasta los de tipo tardío (150-200ms). Al parecer las regiones generadoras parecen ser las cortezas parietal y occipital lateral. A esta familia de subcomponentes se han asociado la atención espacial y procesos de discriminación. A N1 le sigue P2, es un componente que aparece en derivaciones centrales y anteriores y que es mayor si se obtiene por medio de un paradigma que incluya estímulos blanco infrecuentes, debido a esto se le relaciona con el componente P3 aunque este último puede obtenerse con estímulos complejos mientras que P2 se obtiene con estímulos simples.

El componente P3 es quizás el más estudiado. Donchin lo describe como un componente que refleja una actualización del contexto refiriéndose a las condiciones de las que se obtiene. Es una onda positiva que ocurre alrededor de los 300 ms y que consta de dos subtipos. El subtipo P3b es el más común y se observa en derivaciones centroparietales; se obtiene por medio de un paradigma de tipo oddball en la que se presenta un estímulo blanco dentro de una serie de estímulos no blanco. Si además se incluye otro estímulo infrecuente pero no blanco, se obtendrá ante este estímulo el P3a, componente que exhibe una topografía predominantemente frontal y en ocasiones –dependiendo de la naturaleza de la tarea- lateralizada.

#### *RESPUESTAS AUDITIVAS*

Como se mencionó anteriormente en este capítulo, existen componentes tempranos que reflejan respuestas automáticas del cerebro como lo son los potenciales de tallo cerebral y los potenciales de latencia media los cuales ocurren entre los 10 y los 50ms.

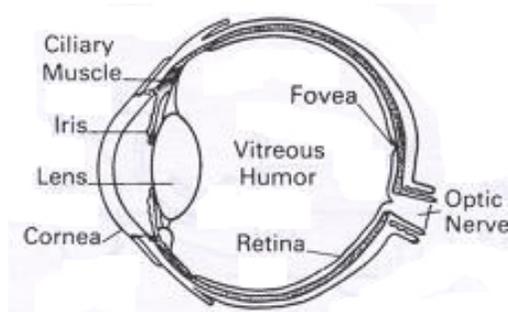
Entre los 100 y los 150ms puede observarse una onda negativa (N1) que refleja una familia de subcomponentes, parecida a la equivalente en las respuestas visuales. Esta familia incluye un componente frontocentral temprano alrededor de los 75ms generado en la corteza auditiva en el lóbulo temporal, un componente central alrededor de los 100 ms cuyo generador es desconocido y un componente tardío a los 150ms originado en el giro temporal superior.

La negatividad por incongruencia (en inglés *Mismatch Negativity, MMN*) se observa cuando los sujetos están expuestos a una serie de presentaciones de un estímulo con una variación ocasional de dicho estímulo. El componente es una onda negativa entre los 160 y los 220ms observada principalmente en derivaciones centrales. Al parecer este componente refleja un proceso automático de comparación de estímulos. La MMN es también llamada N2a.

El componente N2 puede observarse cuando se presenta una serie de un mismo estímulo no atendido. Si a esta serie se añade otro estímulo de tipo prueba, se observará un “segundo” componente de N2 llamado N2b.

## 2.4 RECONOCIMIENTO VISUAL DE PALABRAS

La visión de cualquier objeto comienza con la formación de la imagen óptica del mismo en la retina por medio de fotorreceptores que captan y transducen la luz en actividad eléctrica. Los principales componentes anatómicos del ojo humano se ilustran en la FIGURA 7.



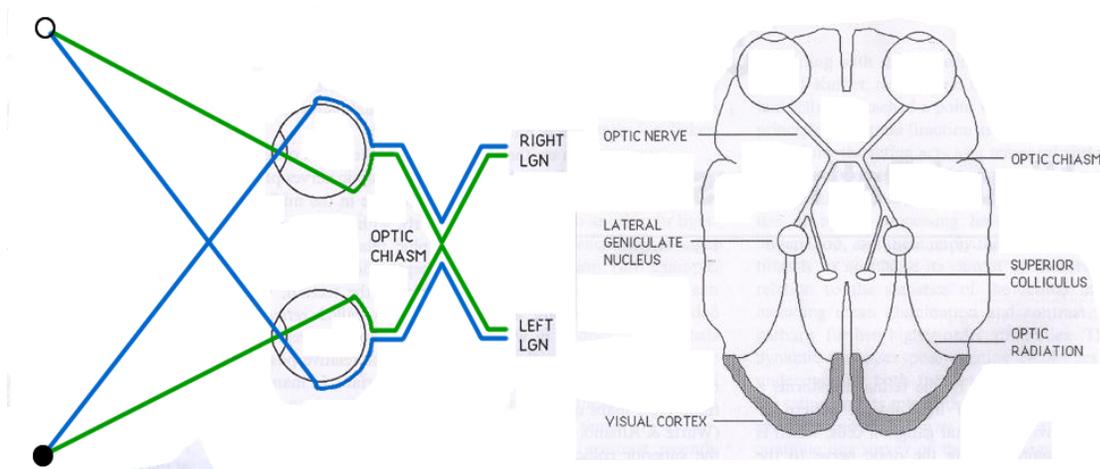
**FIGURA 7.** Principales componentes anatómicos del ojo humano.

Bruce, Green y Georgeson, 2006; p. 13.

La luz primero es refractada en la superficie anterior de la córnea, pasa a través de la pupila y vuelve a ser refractada en el lente para formar una imagen enfocada en la retina. En ésta se encuentran dos clases de fotorreceptores nombrados a partir de su forma: conos y bastones; ambos contienen un pigmento visual llamado rodopsina, la cual a su vez está formada por un cromóforo que absorbe la luz (transformándose en 11-cis-retina) y una lipoproteína denominada opsina. Ambos tipos de fotorreceptores responden a distintas intensidades de luz o son sensibles a distintos espectros, es por eso que se asocia a los conos con la visión de día y a los bastones con la visión de noche. Por último, la captación de la luz por los fotorreceptores produce la hiperpolarización de su membrana y esto genera un impulso neural (Sharp y Philips, 1997).

El impulso neural es transmitido al cerebro a través del nervio óptico, formado por axones de células ganglionares. Una porción de la información se decusa en el quiasma óptico, es decir, la información proveniente de los campos internos del ojo se dirige al hemisferio contralateral, mientras que la información

proveniente de los campos externos se dirige al hemisferio ipsilateral. Parte de la información llega a los colículos superiores ubicados en el mesencéfalo, en donde células organizadas en capas forman mapas retinotópicos; otra función importante de estas estructuras es el control de los movimientos de los ojos y la cabeza que determinan la dirección de la mirada (Bruce, Green y Georgeson, 2006). Sin embargo, la mayoría de las células ganglionares se dirigen a la región dorsal del núcleo geniculado lateral del tálamo (en inglés *Lateral Geniculate Nucleus -LGN-*), el cual está organizado en seis capas que contienen células con distinto tamaño; las células de las primeras dos capas son más grandes por lo que esta área recibe el nombre de *magnocelular*, mientras que la región formada por las cuatro capas restantes recibe el nombre de *parvocelular* (FIGURA 8).



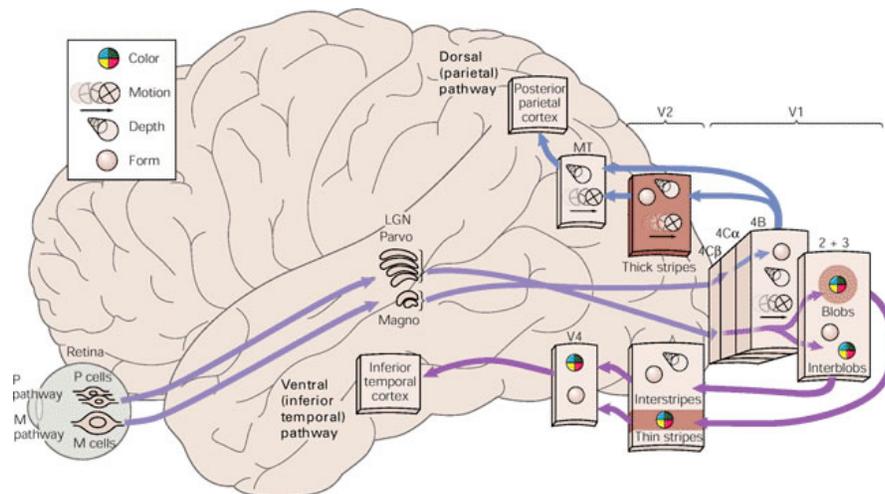
**FIGURA 8.** Decusación de la información visual (izquierda) y dirección de la información visual a los colículos superiores y al núcleo geniculado lateral del tálamo (derecha).

Modificada de Bruce, Green y Georgeson, 2006; p. 44.

La información pasa del tálamo a la corteza visual o corteza estriada, recibiendo este nombre por su apariencia *rayada* debido a las diferentes densidades de las neuronas que forman sus seis capas (1, 2, 3, 4<sup>a</sup>, 4b, 4c, 5 y 6). Las células ganglionares provenientes del tálamo hacen sinapsis con las células corticales en todas sus capas, aunque la mayor parte lo hace en la capa 4c, donde las células M y P terminan en subcapas distintas. Hubel y Wiesel

fueron los primeros en encontrar ciertas propiedades de las células en la corteza estriada, como lo es su respuesta específica ante la orientación de un estímulo en 1959, así como la organización celular en capas y columnas de la corteza estriada en 1962 (citados por Bruce, Green y Georgeson, 2006).

En la corteza estriada, o V1, se originan conexiones con otras áreas visuales de la corteza extraestriada. Dichas conexiones son consideradas circuitos y pueden ser ascendentes (que se dirigen fuera de V1) o descendentes (que se dirigen a V1). Las principales vías ascendentes son la dorsal o parietal (que de V1 se dirige al área temporal media -MT-, al área temporal media superior -MST- y al área 7A en el lóbulo parietal) y la ventral o temporal inferior (que de V1 se dirige a V4 y a la corteza temporal inferior). La vía dorsal está involucrada en el procesamiento del movimiento, la profundidad y la información espacial de los estímulos; la vía ventral lo está en el procesamiento de la forma y el color (Sharp y Philips, 1997). La FIGURA 9 ilustra ambas vías desde el LGN.



**FIGURA 9.** Vías visuales dorsal o parietal (flechas azules) y ventral o temporal (flechas moradas).

Kandel y Wurtz, 2000; p. 502.

Tomando en consideración que las palabras, en algún momento, se reconocen visualmente como cualquier otro objeto, existe una discrepancia entre las diferentes teorías acerca del reconocimiento visual de palabras. Mientras una de ellas plantea que este procesamiento es similar al del reconocimiento de caras es decir, específico (Cohen y cols., 2000; McCandliss,

Cohen y Dehaene, 2003), otra defiende que este procesamiento forma parte de uno mayor relacionado con el reconocimiento de objetos en general.

Tomando en cuenta a la segunda, el reconocimiento general de los objetos podría dividirse en diferentes categorías, como las palabras. Warrington y Shallice describieron en 1984 la incapacidad para reconocer seres vivos a partir del estudio de pacientes post-encefalitis. A partir de este tipo de investigaciones se ha cuestionado si las diferentes lesiones cerebrales se localizan en áreas específicas para el reconocimiento visual, o si más bien se localizan en áreas aledañas como áreas del lenguaje (citados por Farah, 2000).

Trabajos como el de Beech y Mayall (2005) han enfocado su atención en la relación entre las características físicas de las palabras y el reconocimiento de las mismas, encontrando que la información que brinda el contorno de las letras es más relevante para su reconocimiento que el "relleno" de éstas (FIGURA 10).

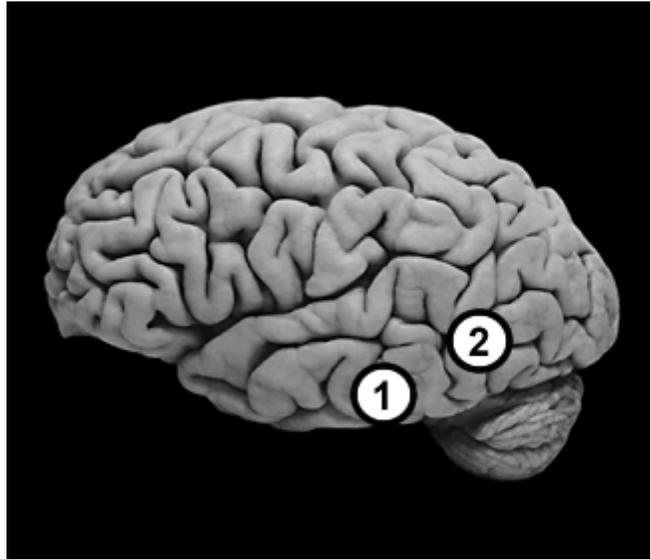


**FIGURA 10.** Análisis de la información a partir de la forma gráfica de las palabras o de sus características físicas.

Modificada de Beech y Mayall, 2005.

Tomando en consideración estructuras cerebrales específicas para el reconocimiento visual de las palabras (p. ej. el giro fusiforme) Nobre, Allison y McCarthy identificaron en 1994 dos regiones y sus actividades específicas en esta estructura: la actividad de la región posterior es igual ante palabras y no palabras *-entendiendo a éstas como un arreglo de letras que no puede pronunciarse-*, lo cual representa una participación lexical y no semántica; la región anterior es la encargada de brindar el sentido semántico del estímulo (citados por Berninger y Richards, 2002). En este mismo sentido, McCandliss, Cohen y Dehaene (2003) definen una porción del giro fusiforme izquierdo como el área para el reconocimiento de estímulos con forma de palabra (en inglés *Visual Word Form Area -VWFA-*). Otros autores también mencionan al giro

angular y a la materia blanca paraventricular del lóbulo occipital como participantes en este proceso (Polk y cols., 2002; Sakurai, 2004; Devlin y cols., 2006). Tanto el giro fusiforme como el giro lingual pueden observarse en la FIGURA 11.



**FIGURA 11.** Giro fusiforme (1) y giro lingual (2). También llamados giro temporal inferior y superior respectivamente.

Modificada de Williams, 2003.

Otros trabajos como el de Davies, Cuetos y González-Seijas (2007) han incluido diversos factores de orden lingüístico en el reconocimiento y procesamiento de las palabras. Uno de estos factores es la transparencia de la ortografía (grado de correspondencia entre fonemas y grafemas para la escritura, y entre grafemas y fonemas para la lectura), del cual argumentan que “variaciones en la transparencia de la ortografía podrían cambiar la arquitectura del sistema lector y la manifestación de dificultades en la lectura” (Davies, Cuetos y González-Seijas, 2007; p. 179).

El reconocimiento visual de palabras se ve afectado después de determinadas lesiones cerebrales a manera de un síndrome denominado “alexia pura”. Es caracterizada por la incapacidad para leer palabras escritas conservando la capacidad para escribir. La teoría acerca de la desconexión entre lo visual y lo verbal fue propuesta originalmente por Déjerine en 1892. La

lectura consiste básicamente en la asociación de información visual, procesada en la corteza occipital, con representaciones lingüísticas procesadas en áreas afines como la de Wernicke, situada a un costado del giro fusiforme. Cualquier lesión que interrumpa las conexiones entre dichas áreas producirá una alexia pura (citados por Sakurai, 2004).

Otra teoría relacionada con el origen de la alexia pura está relacionada con un deterioro de la percepción visual. Este síndrome también es denominado "lectura letra por letra". Las personas que lo padecen no pueden leer palabras o pseudopalabras de manera global y descifran o descomponen las palabras en cada una de las letras que las conforman. Así, palabras con un mayor número de letras serán leídas de manera más tardía que aquellas formadas con una menor cantidad de letras. Algunos pacientes muestran un efecto de la frecuencia del uso de las palabras, donde el desempeño en la lectura de palabras muy frecuentes es mejor que el de lectura de palabras poco frecuentes (Sakurai, 2004).

## **MODELOS DEL RECONOCIMIENTO VISUAL DE PALABRAS**

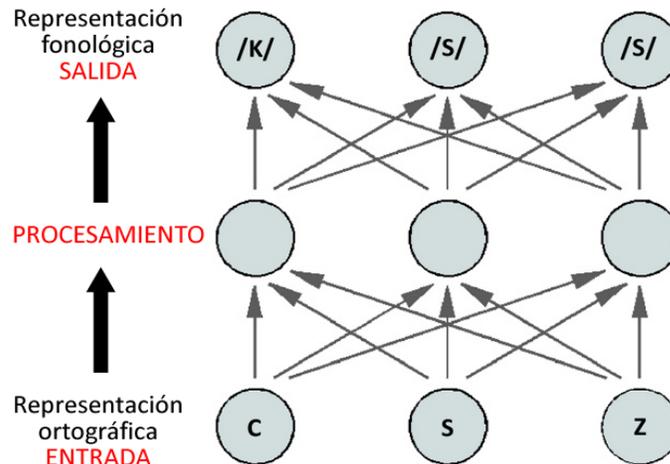
Desde finales del siglo XIX ha habido interés de cómo se reconocen las palabras durante la lectura; Catell (1886) propuso que se hacía de manera analítica o letra por letra, mientras que Pillsbury (1897) propuso que se hacía como un todo o palabras completas (citados por Allen, Smith, Lien, Kaut y Canfield, 2009).

El aprendizaje de la lectura involucra una reorganización funcional de diferentes sistemas neurales involucrados también en otras áreas. Este aprendizaje, neuroanatómicamente, se traduce en el análisis perceptual y lingüístico realizado en la corteza cerebral. Un lector experto o adulto puede leer de tres a cuatro palabras por segundo, ejecutando fijaciones oculares de 200 a 300ms por palabra.

Uno de los primeros modelos para el reconocimiento visual de las palabras fue realizado por Morton en 1969 y perfeccionado en 1980 (citado en Barber y Kutas, 2007). Este modelo, llamado logogen, se basa en un lexicón mental (diccionario) formado por unidades lexicales (palabras); el significado de una

palabra se guarda en un sistema cognitivo, mientras que sus características físicas como la forma o estructura, se hace en sistemas especializados o logogens (auditivo, visual y oral). Cada uno de estos tres sistemas tiene un umbral que, al ser alcanzado, activa el significado de la palabra.

Se han desarrollado modelos computacionales que emulan el aprendizaje o el desempeño humano ante la detección de las palabras. Una clase de estos modelos es el conexionista o de procesamiento en paralelo, formado por tres niveles: de entrada (en el que se representa el estímulo), medio o escondido (en el que se representa el aprendizaje) y de salida (en el que se representa la respuesta). Este modelo se basa en asociaciones de algoritmos matemáticos en los tres niveles después de las cuales, estadísticamente, se produce una respuesta similar al aprendizaje humano. Un ejemplo de este tipo de modelo conexionista es el propuesto por Seidenberg y McClelland en 1989 (FIGURA 12) denominado "modelo para la lectura en voz alta" en el cual, a partir de representaciones ortográficas de entrada, forma representaciones fonológicas de salida. Este modelo es capaz de emular dos características observadas en lectores normales: el efecto de la frecuencia de las palabras (mayor velocidad de denominación de palabras frecuentes que de infrecuentes) y el efecto de la regularidad de las palabras (mayor velocidad de denominación de palabras regulares que de irregulares). Es de resaltar que este modelo trabaja únicamente con palabras en idioma inglés, que no genera denominaciones para seudopalabras y que no distingue entre palabras y seudopalabras (citados por Barber y Kutas, 2007).

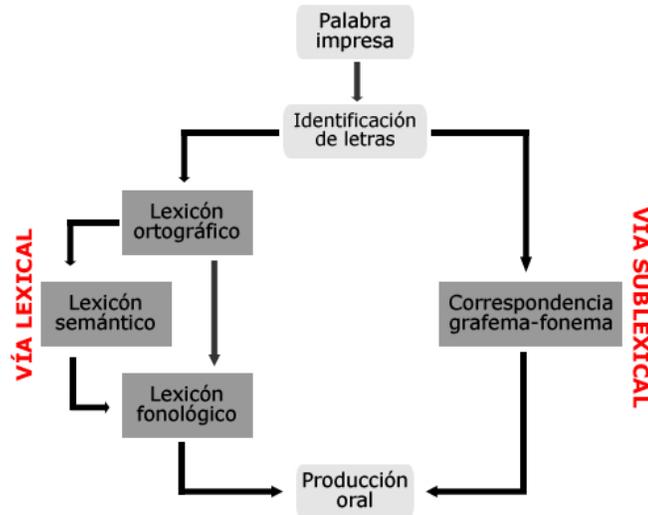


**FIGURA 12.** Modelo conexionista para la lectura en voz alta. A partir de representaciones ortográficas de entrada y su respectivo procesamiento, se obtienen representaciones fonológicas de salida.

Adaptada y modificada de Barber y Kutas, 2007.

Otra clase de modelo computacional es el localista o de procesamiento serial o en cascada, que difiere del conexionista en dos sentidos: el primero trata sobre las unidades del sistema (en el conexionista están distribuidas arbitrariamente y participan en diferentes procesos; mientras que en el localista están distribuidas en grupos y cada uno de éstos participa en el procesamiento de cierto tipo de información); el segundo se refiere al tipo de procesamiento (el conexionista procesa la información en paralelo *-al mismo tiempo-*, mientras que el localista lo hace de manera serial o en cascada *-antes de que acabe un proceso se inicia otro-*). El ejemplo más notable de este tipo de modelos es el realizado por Coltheart y cols. (FIGURA 13) Este modelo, denominado Cascada de Doble Ruta (en inglés *Dual Route Cascade -DRC-*), incorpora dos vías diferentes para el procesamiento "palabra escrita - sonido": una lexical, en la cual se activan los lexicones ortográfico (conocimiento sobre las letras en una palabra), fonológico (conocimiento sobre la pronunciación de una palabra) y semántico (conocimiento sobre el significado de una palabra); y otra sublexical, que incorpora una correspondencia entre grafemas y fonemas para cada unidad (letra) de una palabra. Así entonces, un lector experto utilizaría la vía lexical para el reconocimiento de palabras y un lector principiante utilizaría la vía sublexical; ambos tipos de lectores utilizarían la vía sublexical para el

reconocimiento de seudopalabras o palabras novedosas (Coltheart, 2006; Coltheart, 2004; Coltheart, Rastle, Perry, Langdon y Ziegler, 2001; Ferreres, Martínez-Cutiño, Jacobovich, Olmedo y López, 2003).



**FIGURA 13.** Modelo de procesamiento en cascada “Cascada de Doble Ruta”. Para el reconocimiento de palabras se utiliza la vía lexical (p. ej. Casa) o la vía sublexical (p. ej. /k/ /a/ /s/ /a/) de acuerdo con las capacidades del lector. Esta vía sería, en teoría, utilizada por cualquier lector para el caso de las seudopalabras.

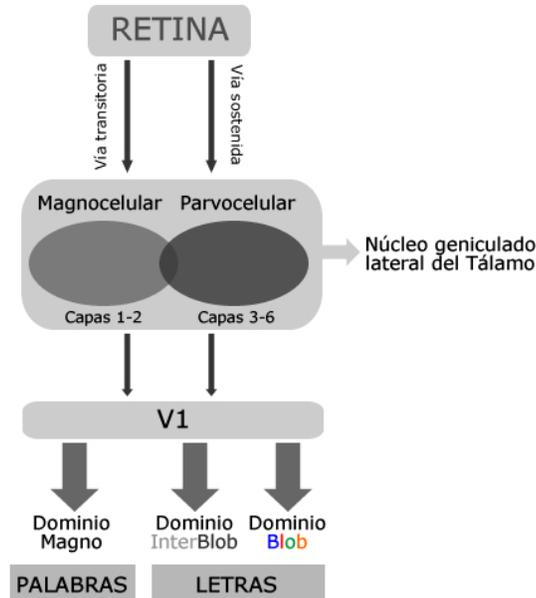
Adaptada y modificada de Coltheart, 2006.

Sobre las principales diferencias entre modelos conexionistas y localistas, Coltheart (2006) sostiene que éstas se pueden fundamentar en tres aspectos:

1. La representación de las palabras en el sistema: en los modelos conexionistas, una palabra se representa por la activación de varias unidades y cada una de estas unidades participa en la activación de varias palabras; en el modelo localista, una palabra se representa por la activación de una unidad lexical.
2. El tipo de procesamiento: los modelos conexionistas plantean un proceso en paralelo, es decir, todas las letras de un estímulo son procesadas simultáneamente; en el modelo localista este proceso se realiza en cascada, la vía sublexical “traduce” las letras en sonidos una a una y de izquierda a derecha.

3. El aprendizaje: en los modelos conexionistas se produce debido a la repetición de las diferentes combinaciones de algoritmos; el modelo localista propone el aprendizaje utilizando las vías sublexical y lexical de manera gradual.

Por otra parte, el grupo de Allen propuso en 2009 un modelo de vías múltiples (FIGURA 14) que enfatiza sobre la fisiología del sistema visual, principalmente las vías magnocelular y parvocelular. Se plantea la activación de un lexicón al decidir si una serie de letras forman o no una palabra; para la ocurrencia de dicha activación, se analiza previamente la información de acuerdo a la frecuencia espacial: las palabras se reconocen a partir de bajas frecuencia y las letras a partir de altas frecuencias, esto ocurre en el núcleo geniculado lateral del tálamo. La información proveniente de la retina llega a las capas 1-2 o magnocelulares (vía transitoria) y 3-6 o parvocelulares (vía sostenida) del núcleo geniculado lateral del tálamo. La vía magnocelular -baja frecuencia espacial- se "activa" para procesar los estímulos como un todo (palabras), mientras que la vía parvocelular -alta frecuencia espacial- lo hace para procesar los estímulos por partes (letras); esta última vía tiene dos dominios: Blob (especializado en el color de los estímulos) e InterBlob (especializado en los detalles de los estímulos en escala de grises). La información proveniente del tálamo llega a las áreas visuales de la corteza cerebral, en especial al área V1 (Allen y cols., 2009).



**FIGURA 14.** Modelo de vías múltiples. La vía magnocelular participa en el procesamiento de las palabras de forma completa, mientras que la vía parvocelular lo hace en el procesamiento de las palabras de manera unitaria (letra a letra).

Adaptada de Allen y cols., 2009.

## RECONOCIMIENTO VISUAL DE PALABRAS Y PREs

En el área de los PREs se habla de procesamiento ortográfico para referirse al análisis de estímulos visuales que tienen forma de palabra o que contienen letras. Se han propuesto distintos componentes electrofisiológicos relacionados con diferentes propiedades de las palabras: forma, fonología, lexicalidad, semántica, entre otras. En este sentido, existe un debate sobre la temporalidad del análisis de dichas propiedades: algunos autores proponen que el análisis se efectúa en cascada (el inicio de un proceso previo al término de otro), otros proponen la ejecución en paralelo (ejecución de dos o más procesos al mismo tiempo) y otros de manera secuencial (inicio de un proceso posterior al término de otro)

Para el reconocimiento visual de las palabras se han reportado cambios principalmente en cuatro familias de componentes:

N100

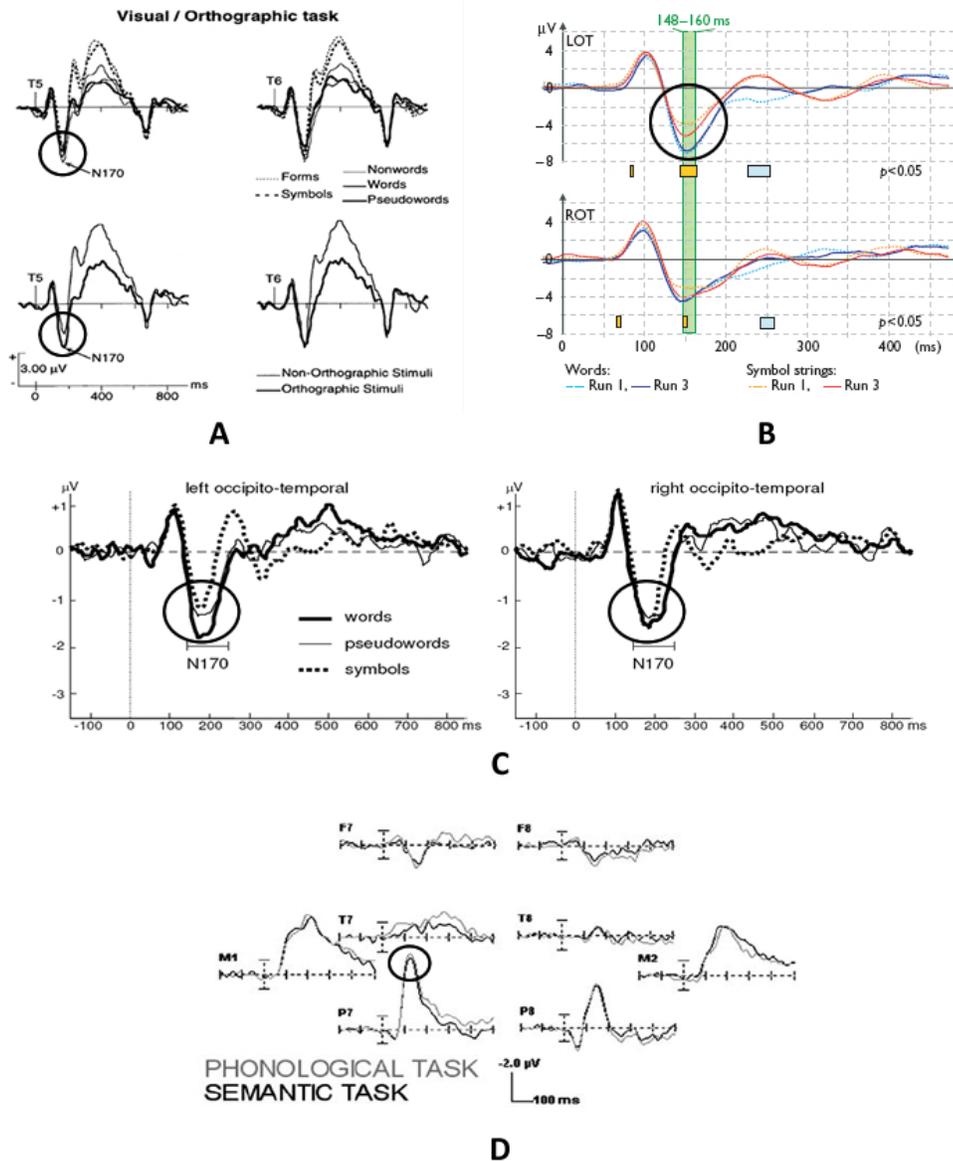
Con el objetivo de describir el curso temporal y la distribución topográfica de los mecanismos visuales para el reconocimiento de palabras, Bentin y cols. (1999) evaluaron diferentes niveles de procesamiento ortográfico (visual, lexical, fonológico y semántico) a través de tareas de tipo oddball. Es importante señalar que los PREs analizados fueron generados ante la presencia de los estímulos no-blanco (aquellos estímulos a los que no respondió el participante). En la tarea de discriminación visual se presentaron palabras, pseudopalabras, cadenas de consonantes (no palabras), cadenas de símbolos y cadenas de formas. Ante todos los estímulos se generó un componente negativo (N170) principalmente en derivaciones occípito-temporales; la amplitud de dicho componente fue mayor en el hemisferio izquierdo para la presentación de estímulos que contenían letras y mayor en el hemisferio derecho para la presentación de estímulos de tipo no ortográficos [FIGURA 15(A)].

Por otra parte, Brem y cols. (2005) evaluaron el efecto de la exposición previa de los estímulos (en inglés *visual priming*) sobre el reconocimiento visual de palabras y cadenas de símbolos. Observaron una mayor amplitud en el hemisferio izquierdo del componente N170 como consecuencia de la presentación de palabras [FIGURA 15(B)]. El efecto de priming en este componente se observó únicamente para la presentación de símbolos (a mayor exposición mayor amplitud), sin embargo se observó dicho efecto para la presentación de palabras en un componente positivo posterior (P220) que se describirá más adelante.

Maurer, Brandeis y McCandliss reportaron en 2005 diferencias en el mismo componente negativo al comparar el reconocimiento visual de palabras, pseudopalabras y símbolos. El componente generado por la exposición a las palabras siempre fue mayor que el de las pseudopalabras y los símbolos de manera lateralizada hacia la izquierda; el componente generado por las pseudopalabras fue mayor que el de los símbolos bilateralmente [FIGURA 15(C)].

Por último, Spironelli y Angrilli (2007) realizaron un estudio con dos tareas en el que los sujetos debían decidir, a partir de la presentación de pares de palabras, si la segunda pertenecía a la categoría de la primera (tarea

semántica) y si la segunda rimaba con la primera (tarea fonológica); cabe mencionar que este estudio fue realizado en italiano, cuya ortografía se considera al igual que el español, como transparente. En ambas tareas se observó un componente negativo (N150) que se relacionaría con la detección automática de una palabra [FIGURA 15(D)].



**FIGURA 15.** Componente N170. Distribución occípito-temporal y parietal posterior. Mayor voltaje del componente en el hemisferio izquierdo ante estímulos que contienen letras (A) y ante palabras (B, C y D). Modificadas respectivamente de Bentin y cols., 1999; Brem y cols., 2005; Maurer, Brandeis y McCandliss, 2005 y de Spironelli y Angrilli, 2007.

Cohen y cols. (2000) observaron el mismo componente negativo entre 150 y 160ms en derivaciones posteriores. En este estudio los potenciales fueron obtenidos de sujetos normales y sujetos con daño en el cuerpo calloso; se presentaron palabras frecuentes de cuatro a seis caracteres y no palabras. Además de los PREs, se obtuvieron imágenes de Resonancia Magnética funcional (fMRI) y se observó la activación del área correspondiente al giro fusiforme durante la ejecución de las tareas.

El grupo de Simon aplicó una tarea a 10 estudiantes franceses de licenciatura. Éstos debían observar una serie de estímulos repetidos 100 veces cada uno (palabra concreta de dos sílabas, seudopalabra de dos sílabas y una cadena de consonantes). Al igual que las investigaciones antes mencionadas, la amplitud del componente N170 fue mayor en el hemisferio izquierdo en regiones occípito-temporales; sin embargo, estos autores no mencionan diferencias entre los tres tipos de estímulos (Simon, Bernard, Largy, Lalonde y Rebai, 2004).

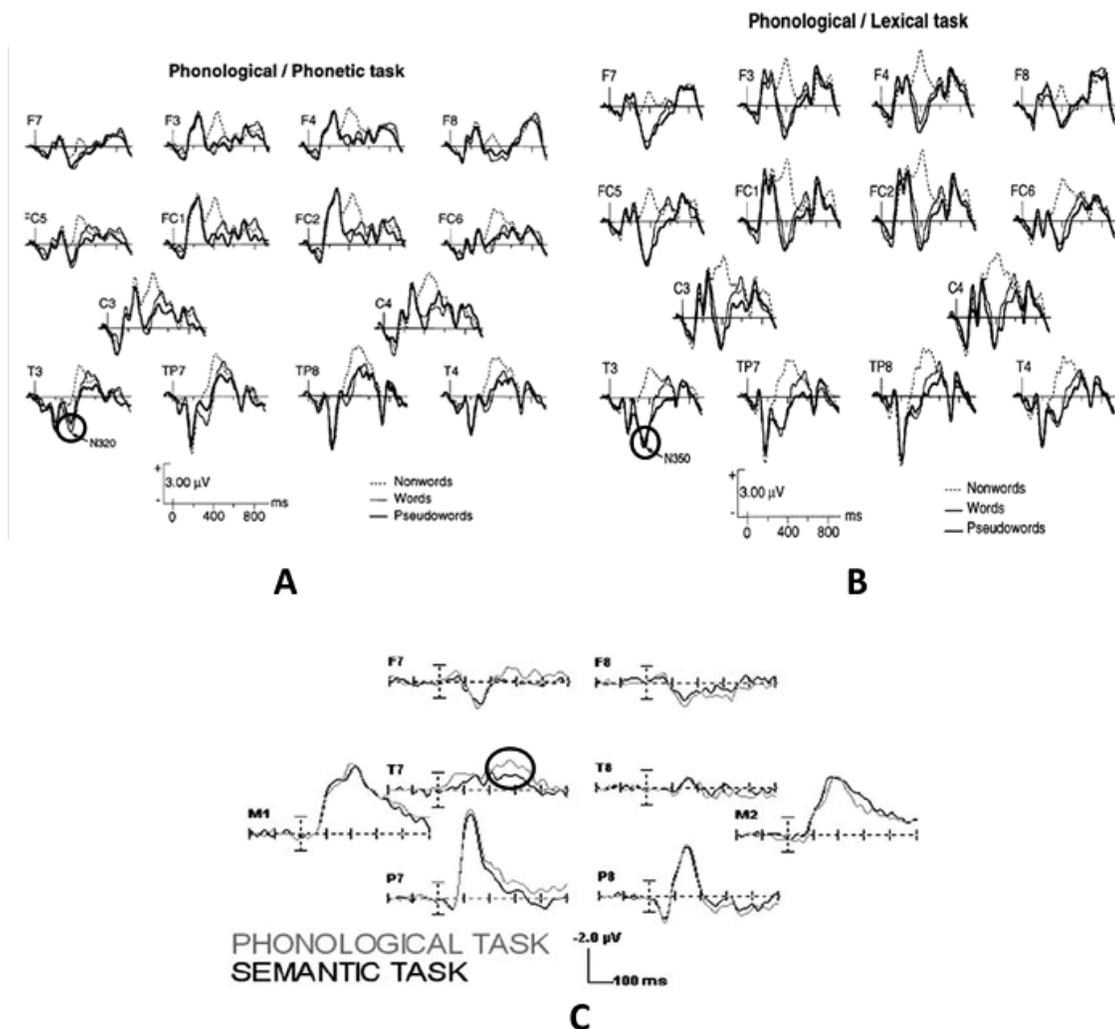
#### *N200*

En la misma investigación citada anteriormente, Bentin y cols. (1999) reportaron diferencias en el componente N320 asociadas con el procesamiento fonológico. Evaluaron si la palabra presentada rimaba o no con la palabra francesa *vitrail*, los estímulos blanco fueron palabras y seudopalabras que sí rimaban, mientras que los estímulos no blanco (usados para la obtención de los potenciales) fueron palabras, seudopalabras y no palabras que no rimaban con dicha palabra. Este componente se observó de manera similar para aquellos estímulos pronunciables y se distribuyó en el lóbulo temporal-medio de manera bilateral, sin embargo tuvo un mayor voltaje en el hemisferio izquierdo [FIGURA 16(A)].

A partir de una tarea de decisión lexical en la que los sujetos tuvieron que determinar si el estímulo presentado era una palabra o no, el mismo grupo de investigación observó otro componente negativo (N350). Compararon los PREs obtenidos a partir de la presentación de palabras (estímulo blanco) entre no palabras, palabras (estímulo blanco) entre seudopalabras, y seudopalabras (estímulo blanco) entre palabras. Observaron diferencias entre aquellos

estímulos pronunciables y los que no lo fueron. Este componente presentó una mayor negatividad que la del N320 y su distribución fue similar en cuanto a lateralización; sin embargo, derivaciones parieto-temporales que no estuvieron activadas en la tarea fonológica, sí lo estuvieron en esta tarea lexical [FIGURA 16(B)].

En el estudio realizado por Spironelli y Angrilli (2007) mencionado también con anterioridad, se observaron diferencias interhemisféricas en la región temporal-media ante la tarea de decisión fonológica [FIGURA 16(C)].

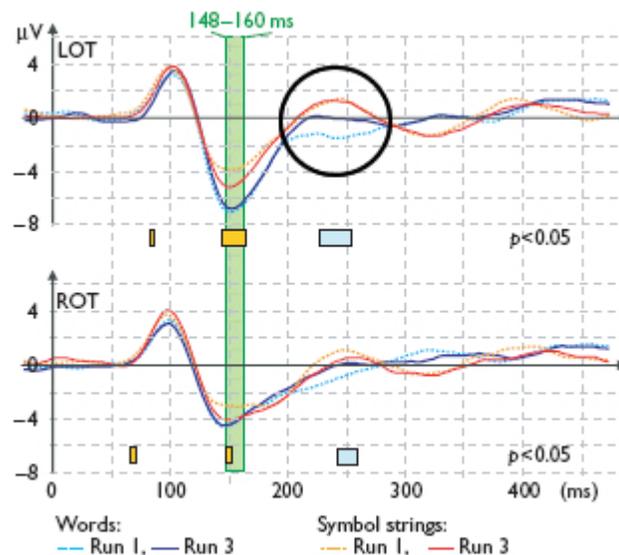


**FIGURA 16.** Componentes N320 y N350. Distribución temporal. Mayor voltaje de los componentes en el hemisferio izquierdo ante palabras.

Modificadas de Bentin y cols., 1999 (A y B) y de Spironelli y Angrilli, 2007 (C).

## P200

Brem y cols. (2005) reportaron cambios en un componente positivo a los 220ms debido a diferencias en la tasa de exposición de palabras. En esta latencia pudieron observarse diferencias en el voltaje del componente únicamente para la exposición de estímulos ortográficos y de manera lateralizada hacia el hemisferio izquierdo. La FIGURA 17 muestra dichas diferencias en el componente P220, mayores en la región occípito-temporal izquierda (en inglés *Left Occipito-Temporal -LOT-*) que en la región homóloga derecha (en inglés *Right Occipito-Temporal -ROT-*).



**FIGURA 17.** Componente P220. Mayor voltaje del componente en el hemisferio izquierdo. El voltaje del componente se incrementa conforme aumenta la tasa de exposición del estímulo.

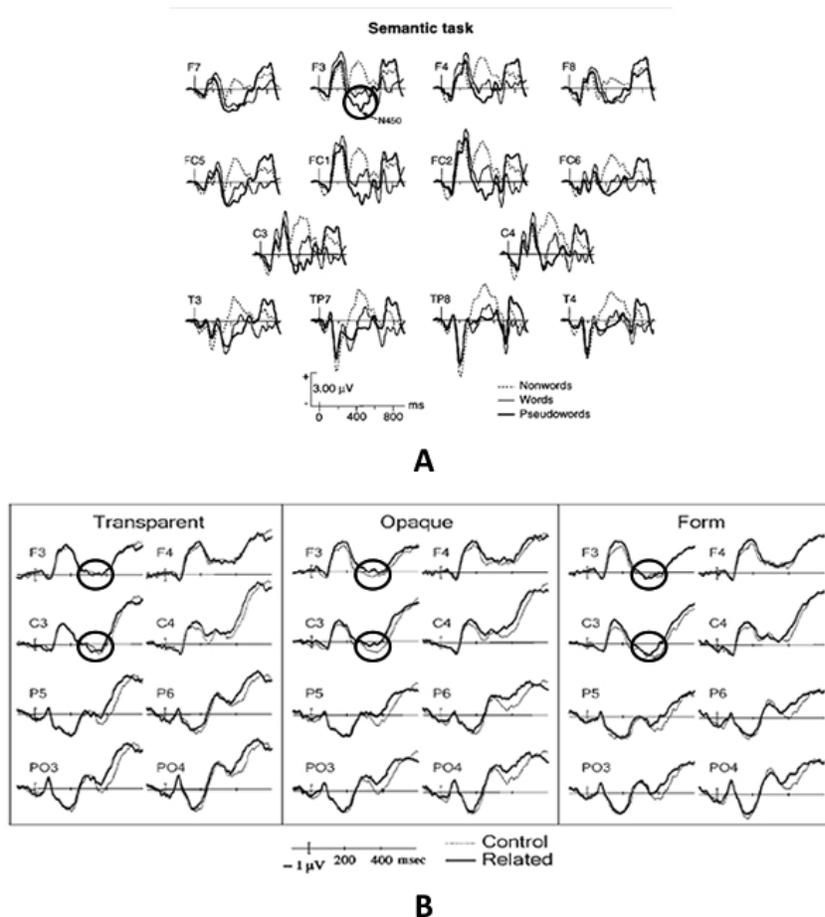
Modificada de Brem y cols., 2005.

## N400

Finalmente, la investigación de Bentin y cols. (1999) incluyó otra tarea de tipo semántico en la que los estímulos blanco fueron palabras abstractas y los estímulos no blanco fueron palabras concretas, seudopalabras y no palabras. Estos últimos estímulos produjeron un componente negativo (N450) que difirió entre estímulos con significado (palabras) y sin él (seudopalabras). Este componente se observó en derivaciones activadas por la tarea de tipo lexical

además de áreas fronto-centrales que no estuvieron activadas en las tareas fonológica o lexical (FIGURA 18).

En este mismo sentido, Lavric, Clapp y Rastle (2007) encontraron diferencias en el mismo componente al evaluar la relación morfológica y semántica en pares de palabras del idioma inglés en tres categorías: relación morfológica y semántica (transparente; p. ej. magical-MAGIC), relación morfológica no semántica (opaca; p. ej. compassion-COMPASS) y relación ortográfica no morfológica o semántica (forma; p. ej. brothel-BROTH); los sujetos debían responder si la segunda palabra presentada, en mayúsculas, era o no una palabra. También se encontraron diferencias en los tiempos de reacción para los pares transparentes y opacos.



**FIGURA 18.** Componente N450. Distribución fronto-central. Mayor voltaje del componente en el hemisferio izquierdo independientemente de la condición en cualquiera de las dos investigaciones.

Modificadas de Bentin y cols., 1999. (A) y de Lavric, Clapp y Rastle, 2007. (B)

Las diferencias entre los componentes antes mencionados han generado un debate en relación a si el reconocimiento visual de las palabras refleja un procesamiento de tipo específico (Cohen et al., 2000; Maurer, Brandeis & McCandliss, 2005) o un procesamiento generalizado (Farah, 2000). Este debate podría deberse en gran medida a las diferencias metodológicas entre las investigaciones como son el tipo de estímulos presentados (palabras, pseudopalabras, cadenas de símbolos, etc.), las demandas de las tareas, el tipo de arreglo electrofisiológico empleado (tradicional o de alta densidad), el tipo de estímulos usados para la obtención de los potenciales, entre otras más que serán analizadas más adelante.

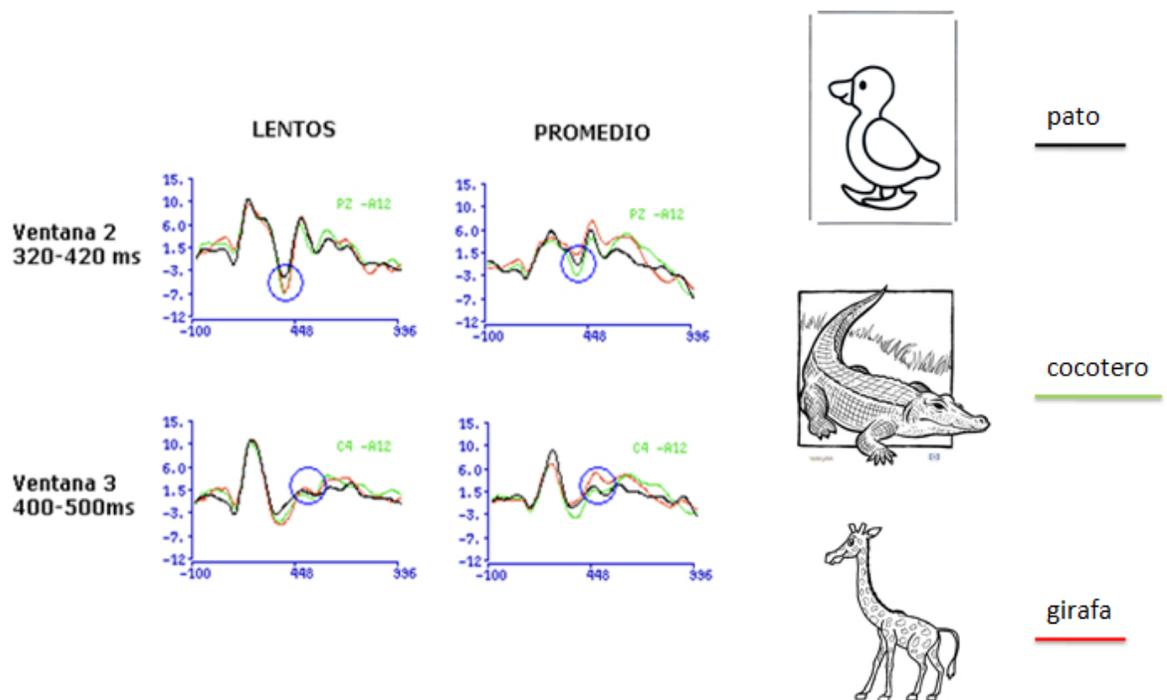
### **RECONOCIMIENTO DE ERRORES ORTOGRÁFICOS Y PRES**

El español tiene una ortografía transparente en la que las reglas de conversión letra-sonido son sencillas y existen pocas excepciones, ya que existe una alta correspondencia entre los grafemas y sus respectivos fonemas (Rodrigo y cols., s.a.). Todas las palabras del español son regulares para su lectura y su pronunciación puede ser obtenida mediante procedimientos de conversión grafema-fonema; esto no implica que el español deba leerse mediante un procesamiento sublexical y no se desarrolle un procedimiento lexical de lectura más rápido y eficiente (Ferreres y cols., 2003).

El estudio de la composición ortográfica de las palabras, mediante el uso de técnicas que permitan indagar sobre su procesamiento cerebral, ha sido plenamente estudiado en ortografías opacas (todos los trabajos citados en la sección anterior con excepción de Spirnonelli y Angrilli de 2007, llevado a cabo con participantes italianos).

En un estudio realizado por Vega-Gutiérrez (2007) se comparó el rendimiento de niños denominadores lentos y denominadores promedio en una tarea de reconocimiento de violaciones ortográficas mediante el uso de pseudohomófonos, en la que se presentaba una imagen seguida de una palabra que era congruente o incongruente con la imagen (en sentido ortográfico o semántico) con la misma. La incongruencia ortográfica consistía en una palabra pseudohomófona a la designación correcta de la imagen pero con una violación

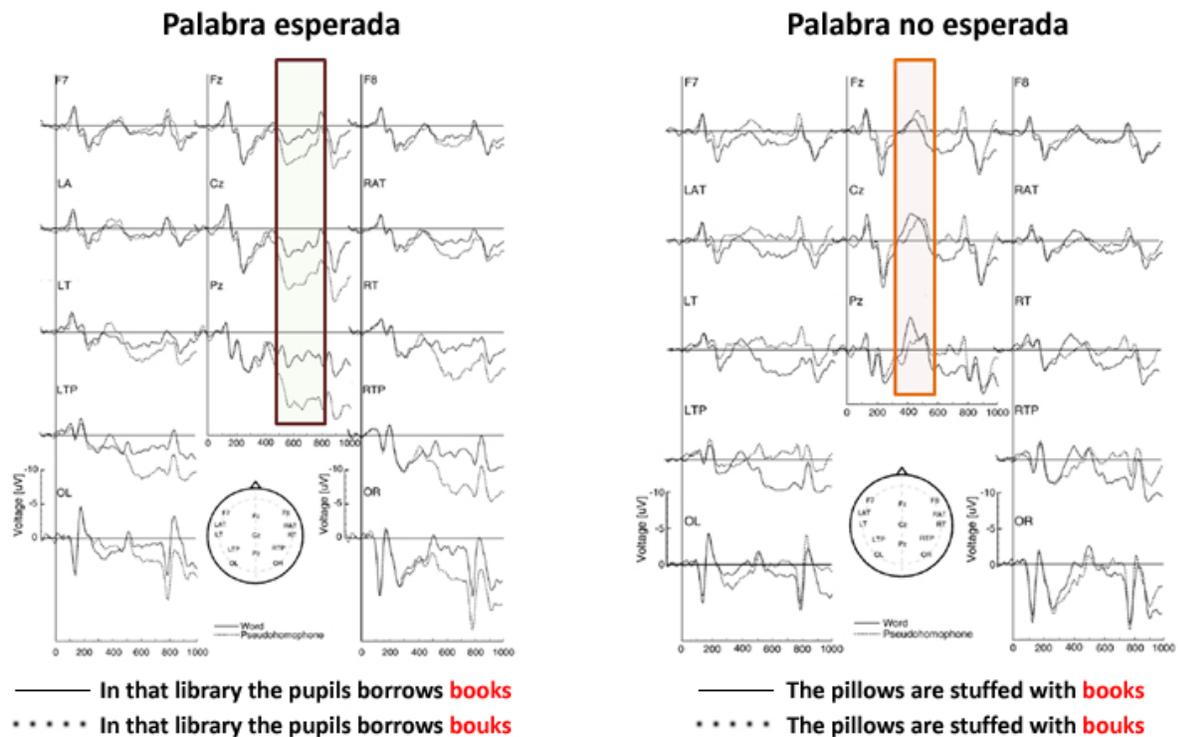
ortográfica, mientras que la incongruencia semántica era una palabra perteneciente a una categoría semántica distinta a la designación usual de la imagen previa (FIGURA 19). Los resultados mostraron una mayor amplitud general de los componentes de los PREs de los denominadores lentos (interpretada como un mayor reclutamiento neural). Los denominadores lentos presentaron un número significativamente más alto de errores en el reconocimiento de violaciones ortográficas en comparación el grupo control. Adicionalmente, los componentes de los PREs no evidenciaron un procesamiento diferencial entre errores ortográficos y errores semánticos, como sí se observó en los niños del grupo control. Esto pareciera reflejar limitaciones en el reconocimiento automático de las palabras en los niños denominadores lentos.



**FIGURA 19.** Incongruencia ortográfica (rojo) e incongruencia semántica (verde) en niños denominadores lentos y promedio. En relación con los PREs ( $\pm 400$ ms), los denominadores promedio reconocen ambos tipos de incongruencia, mientras que no se observa una diferencia entre ambos tipos en los denominadores lentos.

Modificada de Vega-Gutiérrez, 2007.

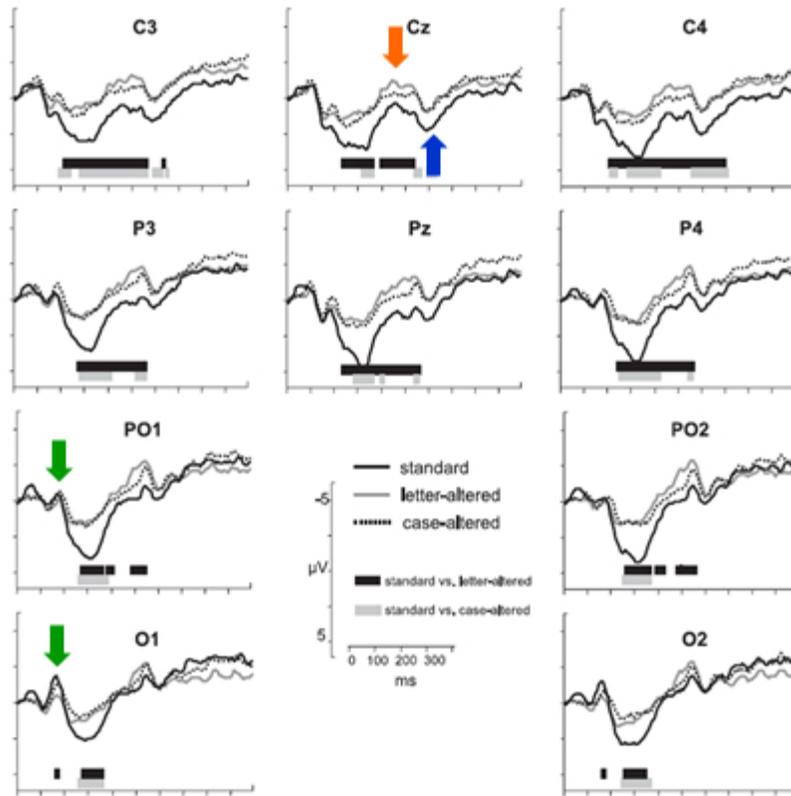
Teniendo como objetivo observar la respuesta neural al reconocimiento de errores ortográficos en palabras altamente esperadas y poco esperadas, Vissers, Chwilla y Kolk presentaron oraciones cuya última palabra podía ser esperada o no (p. ej. del inglés *In that library the pupils borrows books / The pillows are stuffed with books*), y podría estar correctamente escrita o no (p. ej. del inglés *Books VS. Bouks*). Este trabajo fue realizado con la participación de estudiantes cuya lengua materna fuera holandesa, ortografía considerada transparente (FIGURA 20). Observaron un componente positivo tardío (P600) con un mayor voltaje ante palabras esperadas escritas incorrectamente; los autores argumentan que este componente se relaciona con la detección de un error ortográfico. También observaron un componente negativo (N400) ante palabras no esperadas y una ausencia del componente P600 observado en la condición anterior; los autores argumentan que la detección de una palabra que no corresponde con el resto de la oración interrumpe cualquier análisis posterior del estímulo, esto incluiría su ortografía (Vissers, Chwilla y Kolk, 2006).



**FIGURA 20.** Errores ortográficos en palabras esperadas (izquierda) y no esperadas (derecha). Cuando una palabra es congruente con el resto de la oración pero presenta un error ortográfico, se presenta una positividad tardía (P600). Cuando la palabra es incongruente con el resto de la oración, se presenta una negatividad (N400) independientemente de la ortografía de la palabra.

Modificada de Vissers, Chwilla y Kolk, 2006.

Otro trabajo que contempló el análisis ortográfico de palabras escritas bajo una ortografía transparente fue realizado por Sauseng, Bergmann y Wimmer (FIGURA 21). Este trabajo fue realizado con la participación de estudiantes cuya lengua materna fuera alemana. Se presentaron estímulos en tres condiciones: palabra estándar (p. ej. taxi), palabra ortográficamente alterada (p. ej. taksi) y palabra gráficamente alterada (p. ej. taXi). El análisis de los PREs mostró una diferencia en el voltaje del componente N170, mayor para la detección de la palabra estándar; una diferencia en el voltaje del componente N400, mayor para la detección de la palabra ortográficamente alterada; y una diferencia en el voltaje de del componente P600, mayor para la detección de la palabra estándar. A diferencia de los argumentos de Vissers, Chwilla y Kolk citados anteriormente, Sauseng, Bergmann y Wimmer argumentan la presencia del componente P600 ante palabras estándar y no ante palabras ortográficamente alteradas como una reevaluación de las palabras como consecuencia de la presencia de "seudopalabras" en la tarea experimental (Sauseng, Bergmann y Wimmer, 2004).



**FIGURA 21.** Errores ortográficos y gráficos en las palabras. Diferencias en el componente N170 (flecha verde), en el componente N400 (flecha anaranjada) y en el componente P600 (flecha azul).

Modificada de Sauseng, Bergman y Wimmer, 2004.

## CARACTERÍSTICAS DE LOS ESTÍMULOS

Las diferencias entre las investigaciones descritas anteriormente pueden deberse a distintas variables metodológicas. Una de ellas es la longitud de los estímulos sobre la cual se han realizado algunos trabajos. Lavidor y Bailey (2005) se plantearon como objetivos observar los efectos de la longitud de las palabras al ser presentadas en uno de los dos campos visuales y su posible efecto sobre su reconocimiento lexical posterior. A 32 sujetos diestros (18 mujeres,  $\mu=19.5$  años) y teniendo al inglés como lengua materna, les presentaron 120 palabras formadas por cuatro letras y 120 formadas por siete. Para mantener la atención de los sujetos, se presentó una serie de cuatro o siete letras (ej. LLLL o BBBBBB) previo a la palabra blanco y los sujetos debían contestar si ésta contenía la letra previamente vista (50%). Los estímulos

fueron aleatorizados para la presentación en los campos visuales. Posteriormente, de aquellas palabras que no contenían la letra previa se formaron seudopalabras y los sujetos debían contestar si el estímulo presentado era una palabra o no; una vez más se aleatorizó la presentación en los campos visuales. Para ambos experimentos se midieron el tiempo de reacción y el número de respuestas correctas. Los resultados del primer experimento mostraron diferencias significativas en: la presentación en uno u otro campo visual (Derecho = más respuestas correctas y menor tiempo de reacción), la posición de la letra previamente señalada en la palabra blanco (respuestas más rápidas en posición 1 vs. 4) y tamaño de la palabra (respuestas más rápidas en 4 vs. 7; *únicamente* en campo visual izquierdo). Para el segundo experimento se mostraron diferencias significativas en el tiempo de reacción para el tamaño de la palabras (respuestas más rápidas en 4 vs. 7; en ambos campos visuales) y seudopalabras (*únicamente* en campo visual derecho). Los autores interpretan los resultados en el sentido de que el hemisferio izquierdo del cerebro participa más activamente en la detección de las palabras y el análisis de las mismas (posición de una letra), mientras que el hemisferio derecho lo hace en la percepción de la longitud de las palabras.

Las palabras poseen elementos gráficos, fonológicos y semánticos, mientras que las seudopalabras poseen únicamente los primeros dos debido a que carecen de sentido o significado. Otro grupo de investigaciones se ha enfocado en determinar la activación cerebral ante la presentación de palabras y seudopalabras. Algunos estudios, como el de Bookheimer y cols. en 1995, no han reportado diferencias significativas en la activación cerebral ante la presentación de ambos tipos de estímulos. Otros trabajos como el de Herbster y cols. en 1997 han reportado la activación del giro fusiforme ante la presentación de palabras; sin embargo los resultados en cuanto a la activación de áreas cerebrales ante la presentación de seudopalabras son muy variables: algunos encuentran una activación de regiones frontales inferiores del hemisferio izquierdo como el de Price y cols. en 1999, mientras que otros como el de Frith y cols. en 1995 reportan la activación bilateral de corteza extraestriada, giro temporal inferior izquierdo y área de Broca. Es importante señalar que este

último trabajo describe una disminución de la actividad del giro lingual derecho al presentar la misma pseudopalabra de manera repetida, argumentando que dicha región tiene un papel importante en el reconocimiento de palabras familiares (citados por Berninger y Richards, 2002).

Por otra parte, con el propósito de conocer más acerca de cómo se procesan las palabras y de qué estrategias se utilizan para hacerlo, algunos investigadores han optado por aplicar tareas de reconocimiento de estímulos que no son palabras que existan o tengan algún significado, pero que guardan un patrón ortográfico similar al de palabras reales. Balota y cols. (2007) han obtenido una base de datos aplicando dos tareas (decisión lexical y velocidad de denominación) utilizando 40,481 palabras obtenidas de un proyecto anterior de Kučera y Francis en 1967, y 40,481 pseudopalabras formadas a partir de las primeras sustituyendo una o dos letras en posiciones iniciales, intermedias o finales de los estímulos; se omitieron estímulos que tuvieran caracteres numéricos, obscenidades y diferencias entre tipos de inglés (británico-estadounidense) y se incluyeron nombres propios y abreviaturas. Las dos tareas fueron aplicadas a estudiantes de seis universidades estadounidenses, 816 en decisión lexical (edad media de 22.86 años, d.e. 6.85) y 444 en velocidad de denominación (edad media de 23.51 años, d.e. 9.31). Los estímulos fueron presentados en mayúsculas. En la tarea de decisión lexical, los sujetos respondieron presionando la tecla "/" para palabras y la tecla "z" para pseudopalabras; en ambas tareas hubo retroalimentación en cuanto a la precisión y la velocidad de las respuestas. Para la tarea de denominación, se reporta un tiempo de reacción medio y desviación estándar de 735.06ms (106.69ms) con un porcentaje de error y desviación estándar de 8.41 (4.77); para la tarea de decisión lexical, se reporta un tiempo de reacción medio y desviación estándar de 787.86ms (164.83ms) con un porcentaje de error y desviación estándar de 14.40 (6.90). Los autores no reportan los tiempos de reacción ante palabras y pseudopalabras.

Acha y Perea (2008) evaluaron en tres grupos de lectores (principiantes, intermedios y expertos), además del efecto del tamaño de las palabras, los efectos de la transposición y la sustitución de letras en las palabras sobre su

reconocimiento. Los estímulos fueron 128 palabras y 128 seudopalabras formadas a partir de las palabras sustituyendo la primera sílaba y la consonante posterior -Ej. *degero* a partir de *babero*- [tamaño (6-7 letras VS. 8-9 letras), transposición (aminal por ANIMAL) y sustitución (arisal por ANIMAL)]. Los sujetos respondieron más rápido y cometieron un menor número de errores conforme su experiencia lectora era mayor; los tres tipos de sujetos respondieron más rápido ante palabras que ante seudopalabras; de igual manera ante transposición que ante la sustitución de letras en las palabras. Los autores atribuyen las diferencias en cuanto al tamaño del estímulo a que los lectores principiantes utilizan una vía sublexical (letra a letra) para el reconocimiento de palabras y seudopalabras, mientras que los lectores intermedios -comienzan- y los lectores expertos -de manera completa- utilizan una vía lexical (toda la palabra) para el reconocimiento de los mismos estímulos. La automatización de la lectura, explican, consiste en el desarrollo de representaciones mentales, analogías y discriminación de palabras haciendo un menor esfuerzo; los lectores principiantes codifican las palabras letra por letra, los intermedios por medio de grupos de letras y los expertos por medio de palabras completas.

Otra característica de los estímulos que se ha tomado en cuenta para evaluar la velocidad en el reconocimiento de éstos ha sido su frecuencia, es decir, qué tanto aparece dicho estímulo o palabra en el vocabulario de la lengua evaluada. Carreiras y Perea (2004) evaluaron el efecto de la frecuencia silábica en 84 seudopalabras formadas por cuatro letras (consonante-vocal-consonante-vocal), considerando >237 por millón a una frecuencia silábica alta y <125 por millón a una frecuencia silábica baja; participaron 40 estudiantes de psicología de una universidad española a quienes se les pidió que leyeran lo más rápido posible *la palabra* que apareciera en el centro de un monitor. Los autores concluyeron que existe una relación directa de la frecuencia silábica sobre el reconocimiento del estímulo únicamente en la primera sílaba, es decir, a mayor frecuencia de la primera sílaba más rápido es el reconocimiento del estímulo (menor tiempo transcurrido entre la aparición del estímulo y su lectura posterior).

Otros autores se han preguntado qué efecto tiene la presencia o ausencia de información (letras) en las palabras. Carreiras, Gillon-Dowens, Vergara y Perea (2009) evaluaron la contribución de las vocales y las consonantes para el acceso lexical. En este experimento participaron 23 mujeres diestras universitarias con una media de 23 años de edad. Se utilizaron 120 palabras en español con una media de 9 letras y una frecuencia media de 26 por millón según el LEXESP en tres condiciones: 40 en línea base (CHOCOLATE), 40 sin consonantes durante 50 ms ( O O A E) y 40 sin vocales durante 50 ms (CH C L T ); además, las palabras de dichas condiciones fueron mezcladas con 120 pseudopalabras formadas a partir de las 120 utilizadas en el experimento divididas de igual manera entre condiciones. Los participantes tenían que evaluar la existencia en el español de dicha palabra mediante uno de dos botones (SÍ o NO). Se obtuvieron también PREs a partir del registro EEG en 58 derivaciones, utilizando como referencia los lóbulos de las orejas de manera cortocircuitada. Los estímulos se presentaron por 450ms con un ISI de 1000/1300 ms. Los resultados obtenidos mostraron, por una parte, que las pseudopalabras requieren más tiempo para procesarse que las palabras; por otra, en ambos tipos de estímulos la ausencia de vocales produce una menor interferencia para su reconocimiento que la ausencia de consonantes. En el área de los PREs, se observó una mayor amplitud de los componentes N170 y N400 en las palabras sin consonantes y una mayor latencia del componente N400 en las pseudopalabras en las dos condiciones en las que se extrajo información. Los autores destacan el efecto sobre la identificación del estímulo (mayor para el caso de las consonantes en las palabras, y la igualdad entre condiciones en las pseudopalabras) argumentando que esta acción produce una interferencia (N400) para el reconocimiento del estímulo.

### 3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El aprendizaje de la forma en la que se escriben las palabras tiene su fundamento en el desarrollo lector. El aprendizaje y el desarrollo de la lectura se ha dividido en etapas, cada una de las cuales se caracteriza por el desarrollo de habilidades específicas en el lector (p. ej. identificación gráfica de una letra y su asociación con un sonido particular). La lectura es un proceso en el que se ven inmersas distintas características intrínsecas del niño y extrínsecas a él (p. ej. el tipo de escuela a la que acude), las cuales tienen un papel determinante en el aprendizaje y en el desarrollo de esta habilidad.

El interés por conocer cuándo y cómo se aprende a leer ha existido desde hace muchos años. Se han propuesto distintos modelos que han intentado imitar el proceso de lectura. Todos ellos consideran distintas etapas o procesos que interactúan entre sí de manera distinta, principalmente de forma simultánea o de forma secuencial.

El desarrollo de estos modelos junto con el desarrollo y aplicación de distintas técnicas de estudio de la actividad cerebral, han permitido identificar ciertas regiones cerebrales que al parecer se especializan en la lectura y que forman así un sistema especializado. Estas regiones son, principalmente, el giro fusiforme y el giro lingual, y algunos autores han incluido a la región inferior del giro frontal en este sistema. El origen de este sistema especializado es un sistema general de extracción de características visuales de los objetos en general.

Una de las aproximaciones que se ha tenido para estudiar el fenómeno de la lectura a nivel cerebral ha sido el reconocimiento visual de las palabras en conjunto con la medición de los Potenciales Relacionados con Eventos. La técnica de registro de los PREs ha demostrado ser útil para explorar principalmente el curso temporal del fenómeno, además de su distribución topográfica. Se han relacionado distintos componentes de los PREs con distintas propiedades lingüísticas de las palabras (p. ej. su fonología) en función de su temporalidad, su distribución y su polaridad. Cabe mencionar que se han presentado resultados muy variables en relación con las tres características

antes mencionadas, probablemente debidos a la diversidad en la metodología empleada para su obtención (p. ej. características de los estímulos, edad de los participantes, entre otras).

Por otra parte, el estudio del reconocimiento de errores ortográficos en las palabras ha sido poco estudiado. Además, la inmensa mayoría de estos estudios se han realizado con participantes cuya ortografía de su lengua materna se considera opaca o poco transparente. La transparencia ortográfica se refiere al grado de correspondencia entre las letras que forman una palabra y su respectivo sonido; en una lengua con una ortografía opaca algunas letras tendrían distinta pronunciación en dependencia de la palabra en la que se encuentran (p. ej. en inglés *Chocolate* y *Cholera*), mientras que en una lengua con ortografía transparente la gran mayoría de sus letras mantienen su fonología sin importar la palabra que formen (p. ej. en español *Zanja* y *Zapato*).

El estudio del reconocimiento de errores ortográficos en ortografías transparentes ha sido, en su mayoría, en niños o en adultos universitarios. De los primeros se podría esperar una pobre experiencia lectora, mientras que de los segundos se podría esperar una experiencia lectora especializada (de acuerdo con sus carreras profesionales). La experiencia lectora junto con el estudio del conocimiento ortográfico de las palabras permitiría establecer una posible relación entre los dos factores; esto es, si una buena ortografía determinaría una lectura eficiente, o si una lectura eficiente produciría de manera automática un buen uso de la ortografía.

Por último, un estudio reciente realizado en México reportó el tipo de errores ortográficos que cometen estudiantes de niveles básicos de educación (primaria y secundaria). En sus resultados puede observarse que uno de los errores más comunes es la sustitución de letras homófonas en las palabras y cuya alteración genera una palabra pseudohomófona (p. ej. *Desisión*) que es aceptada como válida por los estudiantes mencionados.

En este contexto nos planteamos estudiar si existen diferencias conductuales o electrofisiológicas en el procesamiento de errores ortográficos de tipo homófono en las palabras, entre tres grupos de estudiantes de nivel medio-superior con distinto nivel de conocimiento ortográfico previamente

caracterizado (alto, medio y bajo); teniendo como objetivo principal evaluar el efecto de distintas tasas de exposición previa de las palabras (en inglés *visual priming*) sobre su reconocimiento ortográfico posterior. Si como se mencionó con anterioridad, el factor decisivo para lograr un mejor rendimiento ortográfico fuera una mayor exposición a la lectura, entonces cabría esperar que el efecto del *priming* fuera desigual entre los grupos ante el reconocimiento de palabras (frecuentes o infrecuentes), pero similar ante el reconocimiento de seudopalabras al ser éstas estímulos novedosos para los tres grupos.

Esta investigación tiene por objetivos e hipótesis los siguientes:

#### **OBJETIVO GENERAL**

Describir la ejecución conductual y electrofisiológica de tres grupos de estudiantes con distinto nivel de rendimiento ortográfico durante la realización de una tarea de reconocimiento de errores ortográficos en palabras y seudopalabras con distintas tasas de exposición previa.

#### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Comparar la respuesta conductual (Tiempo de Reacción y número de Respuestas Correctas) entre sujetos con distinto rendimiento ortográfico ante una tarea de reconocimiento de errores ortográficos.
2. Describir los componentes N170, P220, N350 y P600 de los PREs del grupo medio ante una tarea de reconocimiento de errores ortográficos.
3. Comparar estos componentes con aquellos de los grupos experimentales alto y bajo ante el reconocimiento de errores ortográficos.
4. Determinar el efecto de la exposición previa de palabras y seudopalabras sobre el reconocimiento posterior de errores ortográficos en los tres grupos.

## **HIPÓTESIS GENERAL**

En comparación con el grupo experimental alto o el grupo medio, el grupo experimental bajo tendrá un rendimiento significativamente menor en la ejecución de una tarea de reconocimiento de errores ortográficos en palabras previamente expuestas y exhibirá diferencias electrofisiológicas asociadas.

## **HIPÓTESIS ESPECÍFICAS**

1. En comparación con los estudiantes con un rendimiento ortográfico alto o medio, los estudiantes con bajo rendimiento:
  - A. Exhibirán un mayor Tiempo de Reacción y un menor número de Respuestas Correctas ante la detección de errores ortográficos.
  - B. La amplitud de los componentes N170, P220, N350 y P600 de los PREs será menor y su latencia será mayor ante la detección de errores ortográficos.
2. La exposición previa de las palabras producirá una mejoría en el reconocimiento posterior de errores ortográficos en éstas.
3. La exposición previa de las palabras incrementará la magnitud y/o reducirá la latencia del componente negativo temprano y/o del componente positivo subsecuente.

## 4. VARIABLES

### INDEPENDIENTES

- Nivel de rendimiento ortográfico (alto, medio y bajo)
- Características del estímulo:
  1. Lexicalidad (palabras o pseudopalabras)
  2. Frecuencia de uso de las palabras (frecuentes o infrecuentes)
  3. Tasa de exposición previa (alta o baja)
  4. Ortografía (correcta o incorrecta)

### DEPENDIENTES

- Conductuales:
  1. Promedio del Tiempo de Reacción
  2. Número de Respuestas Correctas
- Electrofisiológicas (PREs):
  1. Latencia
  2. Amplitud
  3. Distribución topográfica

## 5. METODOLOGÍA

### PARTICIPANTES

Para efectos de control interno se guardó la proporción existente de estudiantes del nivel educativo antes mencionado durante el ciclo 2007-2008, reportada por la Secretaría de Educación de Jalisco en su página web <http://sig.jalisco.gob.mx/Estadistica/EstMod/bachesco/bachesco.xls>:

#### GENERAL (CICLO 2007-2008)

| SOSTENIMIENTO       | ALUMNOS | %     |      |
|---------------------|---------|-------|------|
| Federal             | 877     | 0.58  |      |
| Federal (CEDART)    | 103     | 0.07  |      |
| Estatad (COBAEJ)    | 9,600   | 6.38  |      |
| Autónomo (U. de G.) | 100,105 | 66.55 | 93 % |
| Particular          | 39,728  | 26.42 |      |
| TOTAL               | 150,413 | 100   |      |

**Tabla 9.** Alumnado del nivel bachillerato general de acuerdo con el tipo de sostenimiento  
Modificada de Secretaría de Educación Jalisco (sitio web).

Como puede observarse, la mayor proporción de estudiantes en este nivel educativo estuvo inscrita en centros de estudio de la Universidad de Guadalajara o del sector privado. Tomando en cuenta únicamente estos dos sectores, los estudiantes de la Universidad de Guadalajara representaron el 72% y los del sector privado el 28%.

#### *Selección de la muestra*

Tomando como referencia lo anterior, para la presente investigación se evaluó el conocimiento ortográfico de 317 alumnos del nivel educativo mencionado, 258 de preparatorias de la Universidad de Guadalajara (81.4%) y 59 del sector privado (18.6%). De estos estudiantes, 136 fueron hombres y 181 mujeres; 297 fueron diestros y 20 zurdos.

La evaluación del conocimiento ortográfico de los estudiantes se efectuó en una o dos sesiones grupales por preparatoria con una duración aproximada de una hora. La evaluación comenzó por la aplicación de un cuestionario para obtener datos personales, de contacto y de antecedentes escolares que, en nuestra opinión, podrían tener alguna relación con su desempeño ortográfico: escolaridad y ocupación de los padres, dificultades de atención o aprendizaje durante la primaria, repetición de algún grado escolar, gusto por la lectura, la cantidad de libros no escolares leídos por año, dificultades al leer como la pérdida del renglón o la sustitución de palabras, entre otros (ANEXO 1A).

Posteriormente se aplicaron siete tareas diseñadas en el Laboratorio de Neurofisiología Clínica del Instituto de Neurociencias y avaladas por un lingüista. El objetivo general de dichas tareas fue evaluar la comisión de errores ortográficos relacionados con el uso de grafías que comparten un mismo fonema (c-s-z, b-v, g-j, ll-y, h) y cuya sustitución, adición u omisión generaría un pseudohomófono (p. ej. sapato).

En la primera de estas siete tareas los sujetos tuvieron que completar 36 palabras con alguna de las grafías antes mencionadas, teniendo en cuenta que cada una de estas palabras tenía sólo una manera correcta de escribirse. Esta tarea evaluó la conciencia ortográfica de los sujetos y para su evaluación se contabilizó el número de errores (ANEXO 1B).

La segunda tarea consistió en la evaluación del conocimiento ortográfico de palabras de acuerdo con su significado (palabras homófonas). Los sujetos tuvieron que completar 10 oraciones y también se contabilizaron los errores (ANEXO 1C).

La siguiente tarea evaluó el conocimiento de la ortografía en general por medio de 12 afirmaciones sobre las cuales los sujetos tenían que contestar principalmente cierto o falso. También se contabilizó el número de errores. Esta tarea se realizó en conjunto con el Dr. Fernando Leal Carretero y el Dr. Daniel Zarabozo Enríquez de Rivera (ANEXO 1D).

A continuación los sujetos escribieron una carta al dictado, ésta se adaptó de un libro de lecturas de la Secretaría de Educación Pública de tercero de primaria. El dictado comprendió 196 palabras. Se contabilizó la cantidad de

palabras modificadas, la cantidad de errores homófonos (sustitución, adición u omisión de letras) y la cantidad de errores de otro tipo como la transposición, sustitución, adición u omisión de letras no homófonas (ANEXO 1E).

La quinta tarea evaluó la escritura de 42 palabras al dictado sobre las que se cuantificaron las palabras modificadas, los errores homófonos, los errores de otro tipo y los errores de acentuación (ANEXO 1F); cabe mencionar que para esta tarea se controló la distribución de palabras en cuanto a su frecuencia de acuerdo con nuestro diccionario de frecuencias. Se utilizaron los cinco tipos de susceptibilidad homófona y la distribución de ésta se obtuvo de un estudio previo realizado en el Laboratorio de Neurofisiología Clínica de este Instituto en el que se analizaron 11 libros de texto de secundaria y preparatoria con el programa de cómputo GRAFONEM (Zarabozo, D., registro pendiente).

La siguiente tarea consistió en la corrección de un texto, éste fue tomado de la página web de Discovery Channel en español (<http://www.tudiscovery.com/>) y adaptado para la investigación. Se incluyeron 22 errores de los cinco tipos de susceptibilidad homófona los cuales se distribuyeron de la manera antes mencionada. Se contabilizaron los errores encontrados, los errores omitidos y los falsos errores, entendiendo por estos últimos como cualquier tipo de modificación realizada por el participante (ANEXO 1G).

Por último se pidió a los estudiantes que redactaran libremente sobre el aborto, haciendo énfasis en que no se tenía interés en criticar su posición social o religión adoptada y que cuidaran el trazo de su letra y su ortografía. Para esta tarea se contabilizaron la cantidad de palabras modificadas, el número de errores de tipo homófono, el número de errores de otro tipo y la cantidad de palabras escritas.

Los grupos para el registro conductual y electrofisiológico fueron formados de acuerdo con la cantidad total de errores ortográficos de tipo homófono dividida en percentiles (TABLA 10).

| PERCENTILES |            |
|-------------|------------|
| 15          | 7 errores  |
| 30          | 10 errores |
| 70          | 21 errores |
| 85          | 31 errores |

**Tabla 10.** Percentiles en la variable Suma total de errores homófonos, propuestos para la formación de los grupos experimentales. Aquellos estudiantes con un número máximo de 7 errores podrían haber formado el grupo experimental alto; estudiantes con una cantidad de errores entre 10 y 21 podrían haber formado el grupo medio; y estudiantes con un número de errores mayor a 31 podrían haber formado el grupo experimental bajo.

Habiendo sido evaluados y clasificados tanto el cuestionario inicial como las pruebas antes mencionadas, se procedió al contacto y calendarización de los participantes de manera semialeatoria y se tomaron en cuenta los siguientes criterios de inclusión y exclusión:

- Participación voluntaria
- Ausencia de deficiencias sensoriales no corregidas
- Ausencia de antecedentes de trastornos funcionales u orgánicos del desarrollo, enfermedades psiquiátricas o neurológicas, y procedimientos neuroquirúrgicos.
- No haber consumido medicamento alguno con efecto sobre el Sistema Nervioso Central, desde al menos 7 días previos al momento del registro conductual y electrofisiológico.
- Manualidad diestra.
- Español como lengua materna.
- El único criterio de exclusión tomado en cuenta fue el no haber concluido cualquiera de las tareas.

Se clasificaron entonces a 45 participantes, según su rendimiento ortográfico en las tareas antes mencionadas, en tres grupos (alto, medio y bajo). Se le explicó brevemente a cada participante en qué consistía la presente investigación y se le pidió que firmara una carta consentimiento (ANEXO 2); en

caso de no contar con la mayoría de edad se pidió al participante que uno de sus padres o tutores lo hiciera.

Se aplicó un cuestionario neurológico elaborado en el Laboratorio de Neurofisiología Clínica (ANEXO 3) que incluyó diferentes aspectos del desarrollo y de antecedentes patológicos. Se realizó una prueba de preferencia manual adaptada al español (Edimburgo corregida; Dragovic, 2004 -ANEXO 3-).

Se aplicaron las subescalas de vocabulario y de figuras incompletas (diseño con cubos) de la Escala Wechsler de Inteligencia para Adultos-III (The Psychological Corporation, 2003).

Por último se evaluó la ejecución y comprensión lectoras por medio de otra lectura adaptada del sitio web antes mencionado; en dicha evaluación se tomaron en cuenta el tiempo de ejecución, el número de palabras leídas por minuto y las palabras modificadas (ANEXO 4).

## **ESTÍMULOS**

Se presentaron tres clases de estímulos: palabras frecuentes, palabras infrecuentes y seudopalabras (pronunciables sin significado). La frecuencia de las palabras se obtuvo a partir del análisis de 10 libros de texto de secundaria y preparatoria utilizando el programa computacional "Contar palabras v. 1.0" (Zarabozo, *registro pendiente*). Las características intrínsecas tanto de las palabras como de las seudopalabras fueron revisadas por un lingüista antes de integrarse al cuerpo de estímulos.

Los estímulos fueron formados por dos o tres sílabas, escritos en minúsculas, con una tipografía Arial 60 y presentados en blanco sobre fondo negro. Su tiempo de duración fue de 1300ms, con un intervalo inter-estímulo de 1000ms. La manipulación experimental de las seudopalabras consistió en la formación de éstas de manera que tuvieran una estructura similar a las palabras del español (p. ej. lebrado). La exposición repetida a las seudopalabras se realizó con el objeto de establecer una similitud con el proceso de aprendizaje ortográfico que habitualmente se presenta en un contexto de exposición novedosa a palabras infrecuentes o "técnicas".

## REGISTROS

El registro conductual incluyó el conteo de Respuestas Correctas y la medición del Tiempo de Reacción de las mismas en el orden de los milisegundos; este registro comenzó a evaluarse a partir de la presentación del estímulo. El registro electrofisiológico se realizó en 19 derivaciones monopares (frontales, centrales, parietales, temporales y occipitales) del Sistema Internacional 10/20, con referencia cortocircuitada a los lóbulos de las orejas. A pesar de que el registro electrofisiológico fue continuo, se establecieron ventanas de análisis de 1100ms incluyendo un periodo pre-estímulo de 100ms con el objeto de establecer la corrección de DC al trazado.

Se presentaron los estímulos utilizando el programa computacional MindTracer (Neuronic, S.A., s.a.); se realizaron y se analizaron los registros conductual y electrofisiológico utilizando el programa computacional TrackWalker (Neuronic, S.A., s.a.).

## TAREAS EXPERIMENTALES

### TAREA 1: EXPOSICIÓN REPETIDA (PRIMING VISUAL)

- Objetivo: exponer a los sujetos a palabras de alta y baja frecuencia y a seudopalabras con diferente grado de exposición para evaluar el efecto de priming sobre su reconocimiento posterior.
- Estímulos: 60 palabras frecuentes (>100 por millón), 60 infrecuentes (<50 por millón) y 60 seudopalabras con la siguiente distribución de posibilidad homófona: C,S,Z (40%); B-V (25%); H (15%); G-J (10%) y LL-Y (10%).
- La mitad de los estímulos fueron presentados sólo una vez (baja exposición) y la otra mitad cinco veces (alta exposición); la tarea constó en total de 540 presentaciones.
- Los estímulos fueron presentados en forma semialeatorizada.
- La tarea del sujeto fue de tipo lexical, es decir, tuvo que determinar si el estímulo presentado era una palabra (tecla *O*) o no (tecla *Ctrl*). La lista de estímulos utilizados en esta tarea puede observarse en el ANEXO 5.

- La tarea se dividió en tres bloques para brindar descanso a los sujetos y cada bloque tuvo una duración aproximada de cuatro minutos.

#### TAREA 2: RECONOCIMIENTO DE ERRORES ORTOGRÁFICOS

- Objetivo: evaluar el efecto de priming, producido por la Tarea 1, sobre la detección de violaciones ortográficas.
- Estímulos: los mismos que fueron presentados en la Tarea 1.
- La mitad de los estímulos expuestos sólo una vez en la Tarea 1 ahora fueron presentados con error ortográfico y la otra mitad fueron presentados sin error; de igual forma, la mitad de los estímulos expuestos cinco veces en la Tarea 1 ahora fueron presentados con error ortográfico y la otra mitad fueron presentados sin error. La tarea constó en total de 180 estímulos y fueron presentados en forma semialeatorizada.
- La tarea del sujeto fue determinar si el estímulo presentado estaba correctamente escrito (tecla *O*) o si tenía un error ortográfico (tecla *Ctrl*). La lista de estímulos utilizados en esta tarea puede observarse en el ANEXO 6.

## 6. RESULTADOS

### CUESTIONARIOS INICIALES

Se evaluaron 317 alumnos de bachillerato general, 258 (81.39%) de tres preparatorias de la Universidad de Guadalajara *-expresadas como 1, 2 y 3 en tablas y gráficas posteriores-* y 59 (18.61%) de una preparatoria privada *-expresada como 4 en tablas y gráficas posteriores-*.

En el ámbito de los datos personales y antecedentes de los sujetos, 136 (44%) fueron hombres y 181 (56%) fueron mujeres; 297 (94%) fueron diestros y 20 (6%) fueron zurdos. La distribución de la edad de los alumnos y la escolaridad de sus padres se muestra en la TABLA 11.

| EDAD<br>(años) | ALUMNOS          |                 | PADRES                  |              |              |
|----------------|------------------|-----------------|-------------------------|--------------|--------------|
|                | MASCULINO<br>(%) | FEMENINO<br>(%) | ESCOLARIDAD<br>(años)   | PADRE<br>(%) | MADRE<br>(%) |
| 16             | .1               | .7              | 0-6<br>-primaria-       | 8.2          | 10.3         |
| 17             | 28.5             | 39.1            | 7-9<br>-secundaria-     | 14.6         | 28.6         |
| 18             | 12.1             | 13.5            | 10-12<br>-preparatoria- | 24.3         | 22.4         |
| 19             | 2.3              | 2.3             | 13-16<br>-licenciatura- | 42.9         | 34.7         |
| 20             | 1.0              | .4              | 17-20<br>-posgrado-     | 10.0         | 4.0          |

**Tabla 11.** Distribución de género y edad del total de alumnos evaluados para la formación de grupos experimentales (317). Escolaridad de los padres de acuerdo con cada uno de los cinco niveles educativos.

Por otra parte, se hizo un análisis de correlación entre las tareas que evaluaron el conocimiento ortográfico de los alumnos con el objeto de encontrar su nivel de asociación (TABLA 12); puede observarse que las correlaciones más fuertes se dan entre aquellas tareas que evaluaron errores de tipo homófono y que fueron el enfoque principal de la presente investigación.

| TAREAS              | OTROS ERRORES       |                   |        | ERRORES HOMÓFONOS  |                  |                     |                 |                     |
|---------------------|---------------------|-------------------|--------|--------------------|------------------|---------------------|-----------------|---------------------|
|                     | Completar oraciones | Reglas ortografía | Acent. | Completar palabras | Dictado de carta | Dictado de palabras | Redacción libre | Corrección de texto |
| Completar oraciones | 1                   | .314**            | .283** | .425**             | .241**           | .359**              | .225**          | .311**              |
| Reglas ortografía   |                     | 1                 | .280** | .276**             | .179**           | .207**              | .051            | .274**              |
| Acent.              |                     |                   | 1      | .420**             | .293**           | .314**              | .160**          | .335**              |
| Completar palabras  |                     |                   |        | 1                  | .507**           | .660**              | .333**          | .653**              |
| Dictado de carta    |                     |                   |        |                    | 1                | .768**              | .396**          | .627**              |
| Dictado de palabras |                     |                   |        |                    |                  | 1                   | .418**          | .702**              |
| Redacción libre     |                     |                   |        |                    |                  |                     | 1               | .310**              |
| Corrección de texto |                     |                   |        |                    |                  |                     |                 | 1                   |

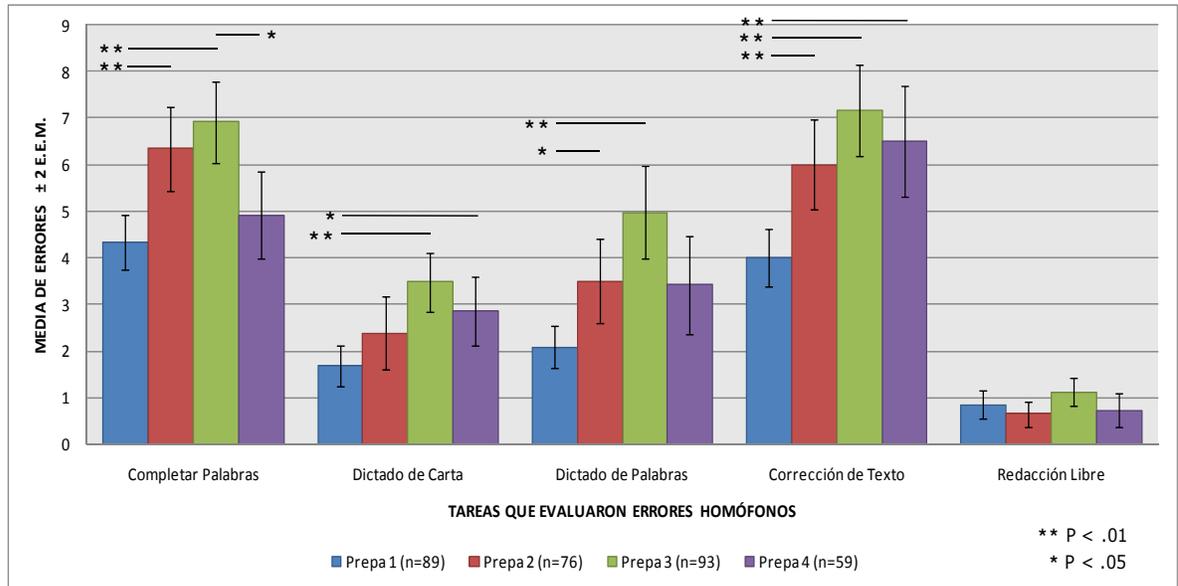
**Tabla 12.** Correlación entre las distintas tareas de la evaluación del conocimiento ortográfico de los alumnos; r de Pearson (dos colas), \*\* p<0.001

Tomando en cuenta lo anterior se realizaron diferentes análisis de los datos de acuerdo con las “categorías” de las tareas evaluadas:

1. Errores Homófonos – se tomaron en cuenta el número de errores homófonos cometidos en las tareas Completar Palabras, Dictado de Carta, Dictado de Palabras, Corrección de Texto (omisiones) y Redacción Libre.
2. Otros Errores – se tomaron en cuenta el número de errores en las tareas Completar Oraciones, Reglas de Ortografía y Acentuación (únicamente en Dictado de Palabras).
3. Errores de otro tipo – se tomaron en cuenta la transposición, sustitución, adición y omisión de letras en las palabras; lo anterior en las tareas Dictado de Carta, Dictado de Palabras, Corrección de Texto y Redacción Libre.

Para la evaluación de Errores Homófonos (GRÁFICA 1 Y TABLA 13) se realizó un análisis de varianza entre grupos con prueba post Hoc de Games-Howell para varianzas desiguales y se encontraron diferencias significativas en las tareas

Completar Palabras (F=9.222), Dictado de Carta (F=6.197), Dictado de Palabras (F=8.546), Corrección de Texto (F=9.588). En la tarea Redacción Libre no se encontraron diferencias significativas.



**Gráfica 1.** Desempeño de los estudiantes en tareas que evaluaron errores de tipo homófono de acuerdo con el tipo de preparatoria a la que asistieron (públicas 1-3; privada 4). Media de errores  $\pm$  2 Errores Estándar de la Media (E.E.M.)

A pesar de que se evaluó el rendimiento ortográfico en tres preparatorias pertenecientes al mismo sostenimiento (U. de G.), una de ellas tuvo un desempeño significativamente mejor que las otras dos en 4 de las 5 tareas y que la preparatoria de sostenimiento distinto (privado) en una tarea.

En la tarea Redacción Libre no se observaron diferencias entre los grupos y la media de errores fue bastante baja en comparación con las otras tareas de esta categoría, esto se debe probablemente a que para realizar esta tarea los sujetos eligieron las palabras a utilizar y tienen un amplio dominio sobre éstas o seguridad para escribirlas correctamente.

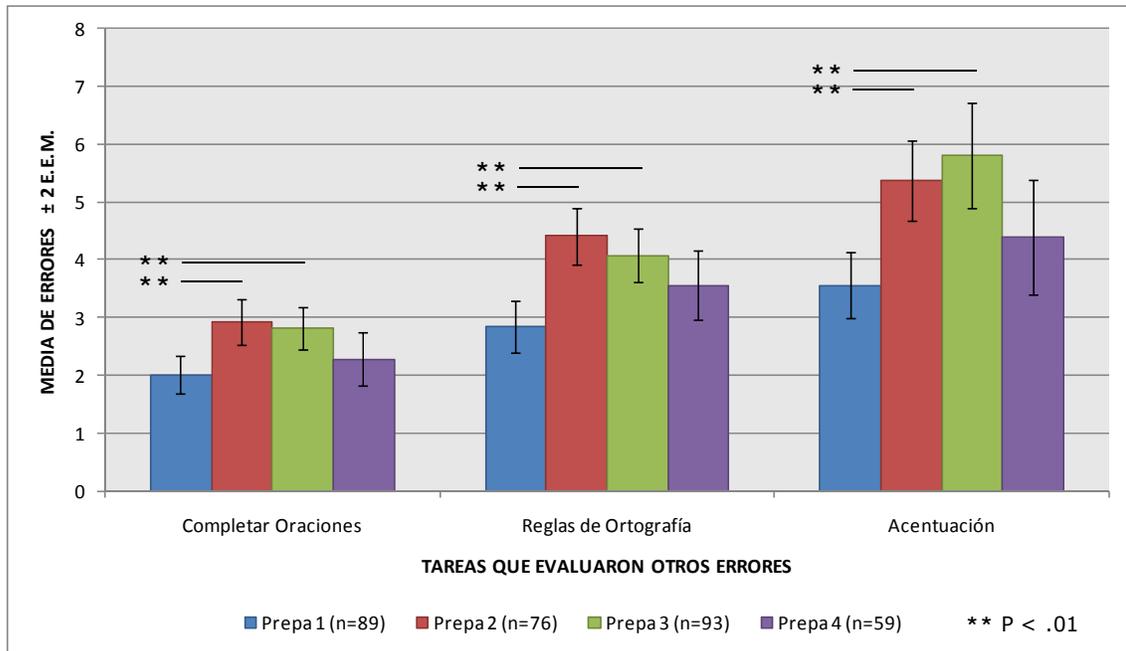
|                     | ERRORES HOMÓFONOS |    |                  |      |      |      |
|---------------------|-------------------|----|------------------|------|------|------|
|                     | PREPA             | n  | $\bar{X}$ (D.E.) | E.E. | Mín. | Máx. |
| COMPLETAR PALABRAS  | 1                 | 89 | 4.33 (2.734)     | .290 | 0    | 12   |
|                     | 2                 | 76 | 6.34 (3.968)     | .455 | 0    | 16   |
|                     | 3                 | 93 | 6.92 (4.246)     | .440 | 0    | 16   |
|                     | 4                 | 59 | 4.92 (3.588)     | .467 | 0    | 15   |
| DICTADO DE CARTA    | 1                 | 87 | 1.68 (2.037)     | .218 | 0    | 9    |
|                     | 2                 | 76 | 2.39 (3.457)     | .387 | 0    | 26   |
|                     | 3                 | 93 | 3.48 (3.060)     | .317 | 0    | 14   |
|                     | 4                 | 57 | 2.86 (2.799)     | .371 | 0    | 12   |
| DICTADO DE PALABRAS | 1                 | 89 | 2.09 (2.118)     | .232 | 0    | 10   |
|                     | 2                 | 76 | 3.50 (3.917)     | .449 | 0    | 23   |
|                     | 3                 | 93 | 4.98 (4.791)     | .497 | 0    | 20   |
|                     | 4                 | 59 | 3.42 (4.069)     | .530 | 0    | 17   |
| CORRECCIÓN DE TEXTO | 1                 | 89 | 4.00 (2.896)     | .307 | 0    | 12   |
|                     | 2                 | 76 | 6.00 (4.202)     | .482 | 0    | 18   |
|                     | 3                 | 93 | 7.17 (4.781)     | .496 | 0    | 20   |
|                     | 4                 | 59 | 6.51 (4.573)     | .595 | 0    | 19   |
| REDACCIÓN LIBRE     | 1                 | 87 | .85 (1.360)      | .146 | 0    | 7    |
|                     | 2                 | 74 | .65 (1.199)      | .139 | 0    | 6    |
|                     | 3                 | 92 | 1.12 (1.451)     | .151 | 0    | 7    |
|                     | 4                 | 59 | .73 (1.412)      | .184 | 0    | 7    |

**Tabla 13.** Estadística descriptiva del desempeño de los estudiantes en tareas que evaluaron errores de tipo homófono de acuerdo con el tipo de preparatoria (prepa) a la que asistieron (públicas 1-3; privada 4). Media de errores, desviación estándar (D.E.) y Error Estándar (E.E.)

Para la categoría "Otros Errores" (GRÁFICA 2 Y TABLA 14) se realizó también un análisis de varianza utilizando la misma prueba post Hoc. Se encontraron diferencias significativas en Completar Oraciones ( $F=5.380$ ), Reglas de Ortografía ( $F=8.124$ ) y Acentuación ( $F=6.985$ ).

Puede observarse que el comportamiento de las tres tareas es similar para los cuatro grupos de sujetos. Se observaron diferencias significativas únicamente entre las preparatorias públicas, siendo mejor el desempeño en una en comparación de las otras dos. El desempeño de los alumnos de la preparatoria privada fue mejor que éstas últimas sin alcanzar significación estadística.

Cabe mencionar que el mayor rango de errores, en comparación con todas las otras dos tareas de esta categoría, se observa en la evaluación de la Acentuación en la tarea Dictado de Palabras.

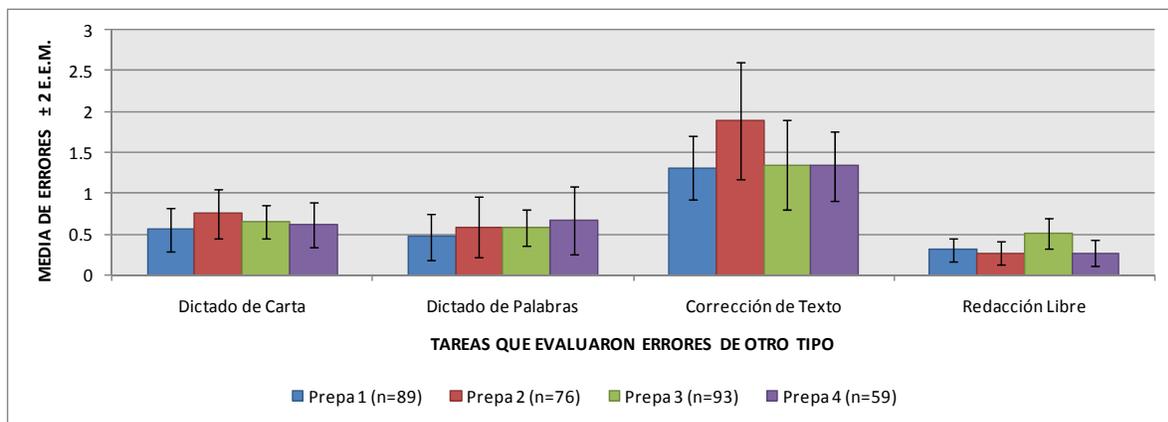


**Gráfica 2.** Desempeño de los estudiantes en tareas que evaluaron otros errores de acuerdo con el tipo de preparatoria a la que asistieron (públicas 1-3; privada 4). Media de errores  $\pm$  2 Errores Estándar de la Media (E.E.M.)

|                      | OTROS ERRORES |    |                  |      |      |      |
|----------------------|---------------|----|------------------|------|------|------|
|                      | PREPA         | n  | $\bar{X}$ (D.E.) | E.E. | Mín. | Máx. |
| COMPLETAR ORACIONES  | 1             | 89 | 2.02 (1.492)     | .158 | 0    | 6    |
|                      | 2             | 76 | 2.92 (1.726)     | .198 | 0    | 10   |
|                      | 3             | 93 | 2.83 (1.767)     | .183 | 0    | 7    |
|                      | 4             | 59 | 2.29 (1.810)     | .236 | 0    | 8    |
| REGLAS DE ORTOGRAFÍA | 1             | 88 | 2.85 (2.065)     | .220 | 0    | 10   |
|                      | 2             | 76 | 4.41 (2.155)     | .247 | 0    | 9    |
|                      | 3             | 93 | 4.08 (2.208)     | .229 | 0    | 10   |
|                      | 4             | 59 | 3.56 (2.314)     | .301 | 0    | 9    |
| ACENTUACIÓN          | 1             | 89 | 3.56 (2.701)     | .286 | 0    | 11   |
|                      | 2             | 76 | 5.37 (3.059)     | .351 | 0    | 15   |
|                      | 3             | 93 | 5.81 (4.394)     | .456 | 0    | 25   |
|                      | 4             | 59 | 4.39 (3.806)     | .495 | 0    | 22   |

**Tabla 14.** Estadística descriptiva del desempeño de los estudiantes en tareas que evaluaron otros errores de acuerdo con el tipo de preparatoria (prepa) a la que asistieron (públicas 1-3; privada 4). Media de errores, desviación estándar (D.E.) y Error Estándar (E.E.)

Por último en la categoría “Errores de otro tipo” (GRÁFICA 3 Y TABLA 15) se realizó nuevamente un análisis de varianza con la prueba post Hoc antes mencionada y no se encontraron diferencias significativas en ninguna de las comparaciones. Con excepción de la tarea Corrección de Texto, el desempeño de los alumnos de las cuatro preparatorias fue similar en las tareas pertenecientes a esta categoría.



**Gráfica 3.** Desempeño de los estudiantes en tareas que evaluaron errores de otro tipo de acuerdo con el tipo de preparatoria a la que asistieron (públicas 1-3; privada 4). Media de errores ± 2 Errores Estándar de la Media (E.E.M.)

|                     | ERRORES DE OTRO TIPO |    |                  |      |      |      |
|---------------------|----------------------|----|------------------|------|------|------|
|                     | PREPA                | n  | $\bar{X}$ (D.E.) | E.E. | Mín. | Máx. |
| DICTADO DE CARTA    | 1                    | 87 | .56 (1.236)      | .133 | 0    | 7    |
|                     | 2                    | 76 | .75 (1.287)      | .148 | 0    | 7    |
|                     | 3                    | 93 | .65 (1.007)      | .104 | 0    | 5    |
|                     | 4                    | 57 | .61 (1.031)      | .137 | 0    | 4    |
| DICTADO DE PALABRAS | 1                    | 89 | .47 (1.341)      | .142 | 0    | 11   |
|                     | 2                    | 76 | .59 (1.610)      | .185 | 0    | 13   |
|                     | 3                    | 93 | .58 (1.067)      | .111 | 0    | 7    |
|                     | 4                    | 58 | .67 (1.572)      | .206 | 0    | 11   |
| CORRECCIÓN DE TEXTO | 1                    | 89 | 1.31 (1.825)     | .193 | 0    | 11   |
|                     | 2                    | 76 | 1.89 (3.092)     | .355 | 0    | 17   |
|                     | 3                    | 93 | 1.35 (2.640)     | .274 | 0    | 18   |
|                     | 4                    | 59 | 1.34 (1.636)     | .213 | 0    | 8    |
| REDACCIÓN LIBRE     | 1                    | 86 | .31 (.673)       | .073 | 0    | 3    |
|                     | 2                    | 74 | .27 (.604)       | .070 | 0    | 3    |
|                     | 3                    | 92 | .51 (.932)       | .097 | 0    | 4    |
|                     | 4                    | 59 | .27 (.582)       | .076 | 0    | 2    |

**Tabla 15.** Estadística descriptiva del desempeño de los estudiantes en tareas que evaluaron errores de otro tipo de acuerdo con el tipo de preparatoria (prepa) a la que asistieron (públicas 1-3; privada 4). Media de errores, desviación estándar (D.E.) y Error Estándar (E.E.)

El objetivo del estudio de las pseudopalabras y la creación de "errores ortográficos" en ellas se planteó con la finalidad de *generar* el aprendizaje de una estructura ortográfica en un estímulo novedoso para los tres grupos por igual. Debido a que el análisis de los Potenciales Relacionados con Eventos se realizó tomando en cuenta aquellas ventanas de EEG correspondientes a respuestas correctas y que se tuvieron muy pocas de éstas en los tres grupos ante este tipo de estímulos, no se incluyen los análisis conductual y electrofisiológico de estos estímulos. Se ha planteado analizarlos posteriormente para la publicación del artículo de investigación correspondiente a este trabajo.

## CONDUCTUALES

Tarea1: Exposición repetida (priming visual).

Teniendo como objetivo el exponer a tres grupos de individuos a distintas tasas de exposición a las palabras, éstas se presentaron en uno de dos

escenarios: sólo una vez (la mitad de los estímulos) y cinco veces (la otra mitad). Nuestro interés en esta tarea se centró en aquellas palabras expuestas cinco veces y que, en teoría, el rendimiento de los grupos mejoraría a mayor tasa de exposición. Es por ello que el análisis conductual y electrofisiológico (presentado más adelante) para esta tarea incluye únicamente esta categoría de estímulos. Los factores involucrados en el reconocimiento y procesamiento de las palabras que fueron presentadas sólo una vez, constituyen información importante únicamente para la Tarea 2.

Se llevó a cabo un análisis de parcelas divididas ( $p \times qr$ , se lee *p por q r*) con un factor entre grupos (alto, medio y bajo) y dos factores dentro de los grupos (tasa de exposición y frecuencia de las palabras). De manera general, el desempeño del grupo alto fue mejor que el de los grupos medio y bajo en cuanto a número de respuestas correctas y a tiempo de reacción se refiere (TABLAS 16 Y 17) y los tres grupos se beneficiaron de la mayor exposición a las palabras (aumentó el número de respuestas correctas y se redujo el tiempo de reacción). Aunque las diferencias entre los grupos no fueron significativas, se encontró que el rendimiento de los grupos de acuerdo con sus respuestas correctas fue mejor ante la quinta exposición ( $F_{1,42} = 10.14, p < 0.01$ ). También su rendimiento de este tipo fue mejor ante las palabras frecuentes ( $F_{1,42} = 88.24, p < 0.0001$ ).

|                    | 1ª Exposición<br>M (DE) |             | 5ª Exposición<br>M (DE) |             |
|--------------------|-------------------------|-------------|-------------------------|-------------|
|                    | <i>Alta</i>             | <i>Baja</i> | <i>Alta</i>             | <i>Baja</i> |
| <b>Frecuencia</b>  |                         |             |                         |             |
| <b>Grupo Alto</b>  | 28.1 (2.6)              | 28.9 (2.0)  | 29.5 (0.7)              | 27.7 (2.1)  |
| <b>Grupo Medio</b> | 29.3 (0.9)              | 26.9 (2.1)  | 29.5 (1.1)              | 27.9 (1.3)  |
| <b>Grupo Bajo</b>  | 29.1 (1.0)              | 24.9 (3.5)  | 29.1 (1.0)              | 26.4 (2.1)  |

**Tabla 16.** Resultados conductuales de la Tarea 1: Exposición repetida (priming visual). Media de respuestas correctas por tasa de exposición y frecuencia de las palabras (alta: frecuentes; baja: infrecuentes) en cada grupo. M: Media; DE: Desviación Estándar.

| <i>Frecuencia</i>  | <b>1ª Exposición</b><br>M (DE) |               | <b>5ª Exposición</b><br>M (DE) |               |
|--------------------|--------------------------------|---------------|--------------------------------|---------------|
|                    | <i>Alta</i>                    | <i>Baja</i>   | <i>Alta</i>                    | <i>Baja</i>   |
| <b>Grupo Alto</b>  | 754.0 (125.9)                  | 832.9 (124.5) | 672.4 (94.7)                   | 703.3 (87.6)  |
| <b>Grupo Medio</b> | 755.8 (114.2)                  | 871.0 (115.0) | 668.5 (76.1)                   | 715.8 (100.5) |
| <b>Grupo Bajo</b>  | 803.6 (136.3)                  | 897.0 (125.3) | 724.7 (107.5)                  | 772.7 (91.2)  |

**Tabla 17.** Resultados conductuales de la Tarea 1: Exposición repetida (priming visual). Media del tiempo de reacción por tasa de exposición y frecuencia de las palabras (alta: frecuentes; baja: infrecuentes) en cada grupo. M: Media, DE: Desviación Estándar.

Adicionalmente se encontró una interacción entre la tasa de exposición y la frecuencia de las palabras ( $F_{1,42} = 12.22, p < 0.01$ ) únicamente para la quinta exposición de las palabras infrecuentes ( $q = 9.03, p < 0.01$ ).

Tarea2: Reconocimiento de errores ortográficos.

Teniendo como objetivo principal de esta tarea observar el efecto de la exposición previa sobre el reconocimiento de errores ortográficos en las palabras, se presentaron los mismos estímulos que en la Tarea 1: palabras frecuentes e infrecuentes anteriormente expuestas una vez, y palabras frecuentes e infrecuentes anteriormente expuestas cinco veces. En cada una de estas dos categorías se presentaron palabras correctamente escritas (igual que en la Tarea 1) y palabras con un error ortográfico de tipo homófono.

Teniendo en cuenta que el análisis de la primera tarea mostró que, de manera general, el grupo alto y el grupo medio se comportan de manera similar, se optó por incluir para el análisis de esta tarea únicamente a los grupos extremos (alto y bajo). Respecto al análisis del número de respuestas correctas y el tiempo de reacción en esta tarea experimental, se optó por dividirlo de

acuerdo con el tema de interés de la investigación: efecto de la tasa de exposición previa sobre el reconocimiento de errores ortográficos en palabras frecuentes e infrecuentes. Se realizaron dos análisis de parcelas divididas ( $p \times qr$ , se lee *p por q r*) para las respuestas correctas y el tiempo de reacción: el primero con un factor entre grupos (alto y bajo) y dos factores dentro de los grupos (tasa de exposición previa y ortografía de la palabra); el segundo con el mismo factor entre grupos y dos factores dentro de los grupos (tasa de exposición previa y frecuencia de la palabra).

El análisis del reconocimiento de errores ortográficos por tasa de exposición mostró un mejor rendimiento del grupo alto en cuanto a respuestas correctas y tiempo de reacción se refiere (TABLAS 18 Y 19). Se observó una diferencia significativa en el número de respuestas correctas entre los dos grupos ( $F_{1,28} = 108.43$ ,  $p < 0.0001$ ), un efecto significativo de la ortografía sobre los grupos ( $F_{1,28} = 81.68$ ,  $p < 0.0001$ ) y un efecto significativo de la tasa de exposición previa sobre los grupos ( $F_{1,28} = 23.39$ ,  $p < 0.0001$ ); se observaron además interacciones entre el grupo y ortografía y entre la ortografía y la tasa de exposición. En relación con el tiempo de reacción en este análisis, aunque no se observó una diferencia significativa entre los grupos, sí se encontró un efecto de la ortografía sobre ellos ( $F_{1,28} = 200.85$ ,  $p < 0.0001$ ) y una interacción entre la ortografía y la tasa de exposición previa de las palabras.

| <i>Ortografía</i> | <b>1 Exposición</b><br>M (DE) |              | <b>5 Exposiciones</b><br>M (DE) |              |
|-------------------|-------------------------------|--------------|---------------------------------|--------------|
|                   | <i>Correcta</i>               | <i>Error</i> | <i>Correcta</i>                 | <i>Error</i> |
| <b>Grupo Alto</b> | 13.7 (1.3)                    | 12.2 (1.5)   | 14.6 (0.4)                      | 12.4 (1.5)   |
| <b>Grupo Bajo</b> | 12.3 (1.2)                    | 6.4 (2.6)    | 13.6 (1.1)                      | 6.1 (2.7)    |

**Tabla 18.** Resultados conductuales de la Tarea 2: Reconocimiento de errores ortográficos por tasa de exposición. Media de respuestas correctas según la exposición previa de las palabras (en Tarea 1) en cada grupo. M: Media, DE: Desviación Estándar.

| <i>Ortografía</i> | <b>1 Exposición</b><br>M (DE) |                | <b>5 Exposiciones</b><br>M (DE) |                |
|-------------------|-------------------------------|----------------|---------------------------------|----------------|
|                   | <i>Correcta</i>               | <i>Error</i>   | <i>Correcta</i>                 | <i>Error</i>   |
| <b>Grupo Alto</b> | 847.4 (108.3)                 | 988.7 (163.5)  | 788.3 (97.0)                    | 1016.3 (137.6) |
| <b>Grupo Bajo</b> | 891.9 (142.8)                 | 1076.9 (177.6) | 853.0 (114.5)                   | 1084.9 (139.0) |

**Tabla 19.** Resultados conductuales de la Tarea 2: Reconocimiento de errores ortográficos por tasa de exposición. Media del tiempo de reacción según la exposición previa de las palabras (en Tarea 1) en cada grupo. M: Media, DE: Desviación Estándar.

El análisis del reconocimiento de errores ortográficos por la frecuencia de las palabras también mostró un mejor rendimiento del grupo alto en cuanto a respuestas correctas y tiempo de reacción se refiere (TABLAS 20 Y 21). En relación con las respuestas correctas se observó, además de las diferencias entre grupos y el efecto de la ortografía mencionadas anteriormente, un efecto de la frecuencia de las palabras sobre los grupos ( $F_{1,28} = 78.51, p < 0.0001$ ) e interacciones entre el grupo y la ortografía (ver archivo T2gofTR-1-3 en CMult) y entre el grupo y la frecuencia de las palabras (ver archivo T2gofTR-1-3 en CMult).

| <i>Ortografía</i> | <b>Frecuentes</b><br>M (DE) |              | <b>Infrecuentes</b><br>M (DE) |              |
|-------------------|-----------------------------|--------------|-------------------------------|--------------|
|                   | <i>Correcta</i>             | <i>Error</i> | <i>Correcta</i>               | <i>Error</i> |
| <b>Grupo Alto</b> | 14.6 (0.5)                  | 12.8 (1.5)   | 13.7 (1.3)                    | 11.9 (1.5)   |
| <b>Grupo Bajo</b> | 14.4 (0.5)                  | 7.0 (2.7)    | 11.5 (2.0)                    | 5.5 (2.8)    |

**Tabla 20.** Resultados conductuales de la Tarea 2: Reconocimiento de errores ortográficos por frecuencia de las palabras. Media de respuestas correctas según la frecuencia de las palabras en cada grupo. M: Media, DE: Desviación Estándar.

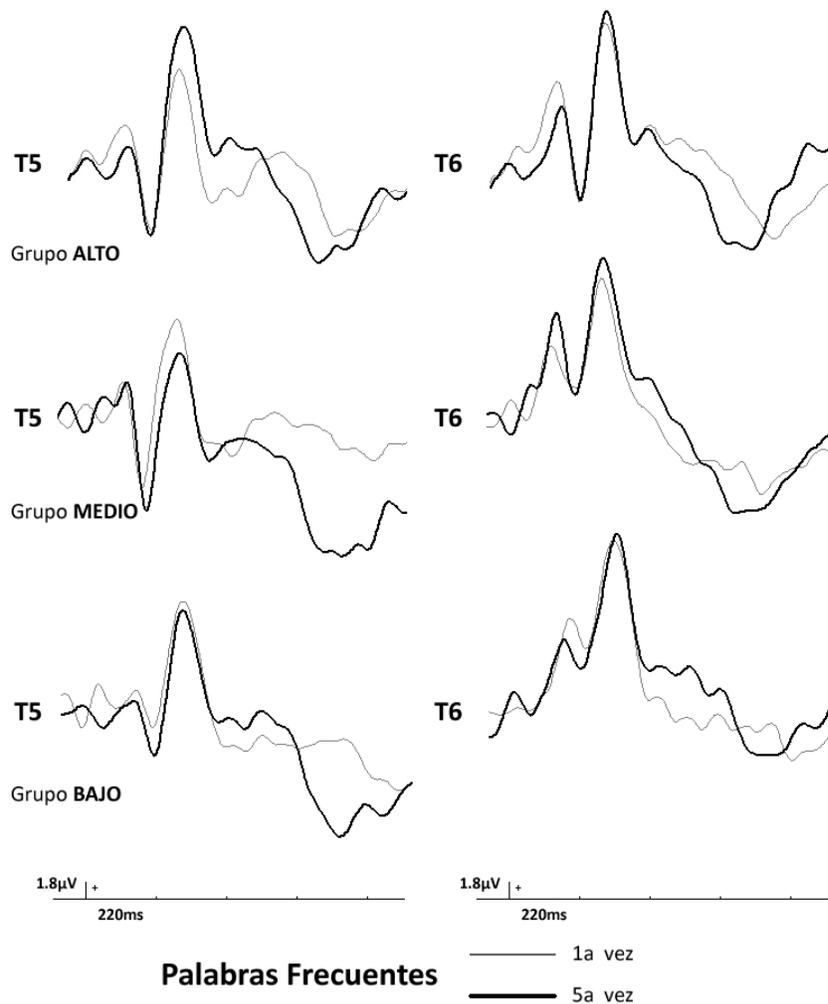
| <i>Ortografía</i> | <b>Frecuentes<br/>M (DE)</b> |                | <b>Infrecuentes<br/>M (DE)</b> |                |
|-------------------|------------------------------|----------------|--------------------------------|----------------|
|                   | <i>Correcta</i>              | <i>Error</i>   | <i>Correcta</i>                | <i>Error</i>   |
| <b>Grupo Alto</b> | 790.4 (109.3)                | 979.8 (122.4)  | 845.3 (101.5)                  | 1025.2 (182.0) |
| <b>Grupo Bajo</b> | 832.2 (126.9)                | 1084.5 (159.5) | 912.7 (127.2)                  | 1076.9 (152.4) |

**Tabla 21.** Resultados conductuales de la Tarea 2: Reconocimiento de errores ortográficos por frecuencia de las palabras. Media del tiempo de reacción según la frecuencia de las palabras en cada grupo. M: Media, DE: Desviación Estándar.

## **ELECTROFISIOLÓGICOS**

Tarea1: Exposición repetida (priming visual).

Se realizó un análisis intragrupos para evaluar el efecto de la exposición, la frecuencia y el procesamiento hemisférico, sobre el procesamiento lexical de las palabras. Se realizó un análisis de varianza para grupos relacionados de tres factores (presentación: primera vs quinta; frecuencia: frecuente vs infrecuente; derivación: T5-izquierda vs T6-derecha) tanto para el componente N170 como para el componente P220 (FIGURAS 22 Y 23).



**FIGURA 22.** Potenciales Relacionados con Eventos en la Tarea 1: Exposición repetida (priming visual). Derivaciones temporales posteriores homólogas. Palabras frecuentes primera vez (gris) y quinta vez (negro).

*GRUPO ALTO*

N170

El análisis del voltaje mostró que el pico máximo de este componente es significativamente menor ante las palabras frecuentes respecto a las infrecuentes ( $F_{1,98} = 14.19, p < 0.001$ ), se encontró también que en la derivación izquierda la magnitud del componente es mayor a la derivación derecha ( $F_{1,98} = 9.60, p < 0.01$ ). Por otra parte, se encontró que el pico máximo de voltaje de este componente en la primera exposición es significativamente más temprano que en la quinta exposición de las palabras ( $F_{1,98} = 10.42, p < 0.01$ ); se observó también un efecto de la derivación ( $F_{1,98} = 5.93, p < 0.05$ ),

donde el voltaje de la derivación izquierda es significativamente más temprano que el de la derivación derecha.

P220

Para el análisis de este componente se incluyeron las derivaciones P3-P4 y T5-T6. En cuanto a voltaje se refiere, únicamente se encontró un efecto debido a la presentación de los estímulos ( $F_{1,210} = 13.22, p < 0.001$ ), con significativo mayor voltaje positivo ante la quinta presentación en comparación con la primera. No se encontraron diferencias entre la frecuencia de las palabras o la derivación izquierda y derecha.

En relación con la latencia se encontró que ésta disminuye como efecto de la quinta exposición ( $F_{1,210} = 33.93, p < 0.0001$ ) y que el componente es más temprano ante palabras infrecuentes ( $F_{1,210} = 77.06, p < 0.0001$ ). Adicionalmente se encontró un efecto de interacción entre la exposición y la frecuencia de las palabras ( $F_{1,210} = 115.35, p < 0.0001$ ), en las frecuentes se incrementa la latencia del componente ante la quinta exposición ( $q = 4.92, p < 0.01$ ), en cambio en las palabras infrecuentes disminuye significativamente la latencia del componente ante la quinta exposición ( $q = 16.6, p < 0.01$ ).

*GRUPO MEDIO:*

N170

Al igual que en el grupo alto, en el grupo medio se encontró que el voltaje del pico máximo es significativamente menor ante las palabras frecuentes con respecto de las infrecuentes ( $F_{1,98} = 11.68, p < 0.001$ ), así como una lateralización izquierda en la amplitud de voltaje de este componente ( $F_{1,98} = 20.89, p < 0.0001$ ).

En este grupo no se encontraron diferencias significativas en la latencia del componente durante el procesamiento lexical de las palabras, que pudieran ser atribuibles a la tasa de presentación, la frecuencia de las palabras o el procesamiento entre los hemisferios.

P220

Sólo se encontró diferencia entre derivaciones ( $F_{3,210} = 9.39$ ,  $p < 0.0001$ ), con una mayor amplitud de voltaje en el hemisferio derecho respecto al izquierdo:  $P3 < P4$  ( $q = 4.75$ ,  $p < 0.01$ ),  $T5 < T6$  ( $q = 5.02$ ,  $p < 0.01$ ).

En este componente se observaron varios cambios en las condiciones en función de su latencia: disminuye como efecto de la quinta exposición ( $F_{1,210} = 184.89$ ,  $p < 0.0001$ ) y es más temprano ante palabras infrecuentes ( $F_{1,210} = 367.75$ ,  $p < 0.0001$ ); adicionalmente se observó un efecto de interacción entre la exposición y la frecuencia de las palabras ( $F_{1,210} = 243.42$ ,  $p < 0.0001$ ), en la que se observa que sólo disminuye la latencia del componente entre la primera y la quinta presentación en las palabras infrecuentes ( $q = 29.2$ ,  $p < 0.01$ ).

*GRUPO BAJO*

N170

El análisis en este grupo sólo mostró diferencias en el voltaje entre derivaciones ( $F_{1,98} = 16.18$ ,  $p < 0.001$ ), siendo mayor en el lado izquierdo que en el derecho; no se encontró ninguna otra diferencia en función de la exposición o la frecuencia de las palabras.

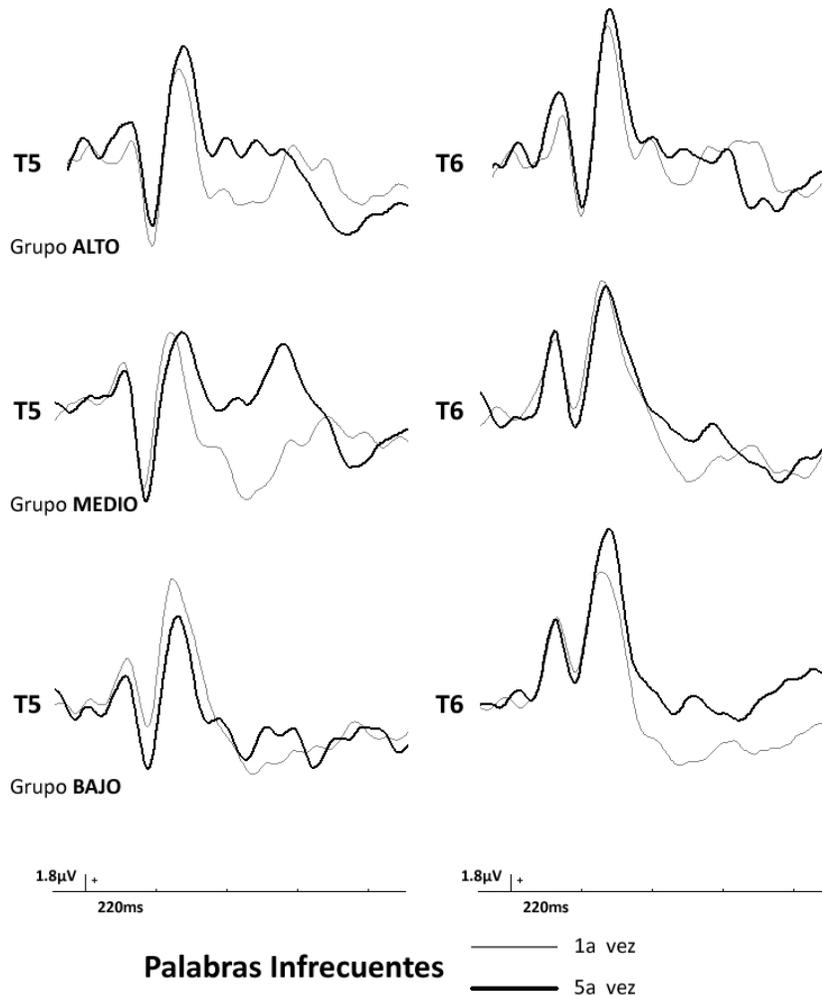
Al igual que en el grupo alto, se encontró que el pico máximo de voltaje en la primera exposición es significativamente más temprano que en la quinta exposición de las palabras ( $F_{1,98} = 10.47.23$ ,  $p < 0.01$ ).

P220

Se encontró el mismo efecto descrito para los medios, con diferencia entre derivaciones ( $F_{3,210} = 9.63$ ,  $p < 0.0001$ ), con una mayor amplitud de voltaje en derivaciones derechas respecto a las izquierdas,  $P3 < P4$  ( $q = 3.89$ ,  $p < 0.05$ ),  $T5 < T6$  ( $q = 6.49$ ,  $p < 0.01$ ).

También en este grupo se observaron varios cambios en las condiciones: disminuye su latencia como efecto de la quinta exposición ( $F_{1,210} = 83.49$ ,  $p < 0.0001$ ), es más temprano ante palabras infrecuentes ( $F_{1,210} = 324.16$ ,  $p < 0.0001$ ); también se encontró un efecto de interacción entre exposición y frecuencia ( $F_{1,210} = 125.87$ ,  $p < 0.0001$ ), donde nuevamente se observa que

sólo disminuye la latencia del componente entre la primera y la quinta presentación en las palabras infrecuentes ( $q = 20.36$ ,  $p < 0.01$ ).

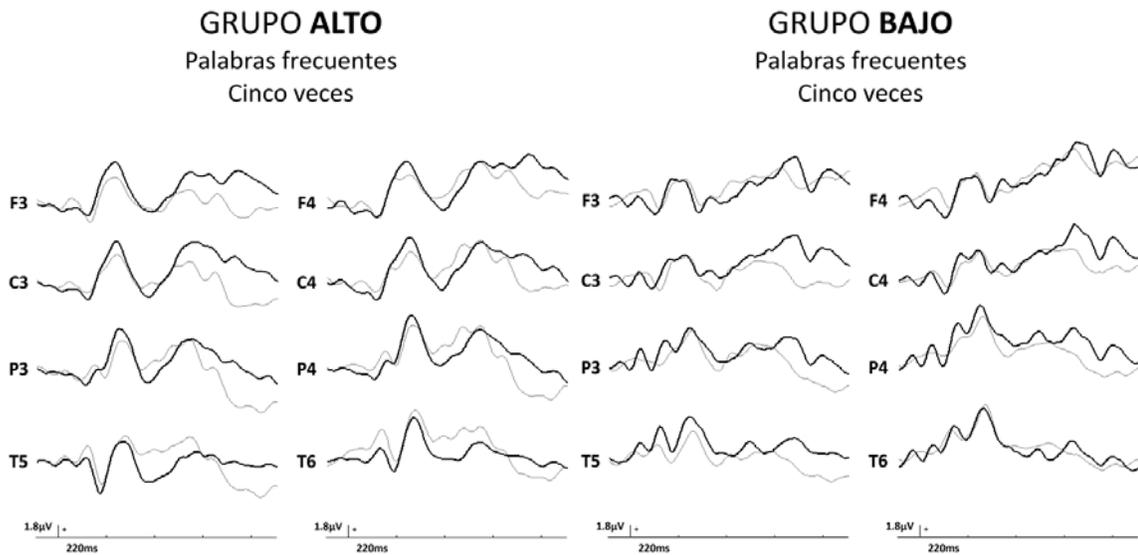
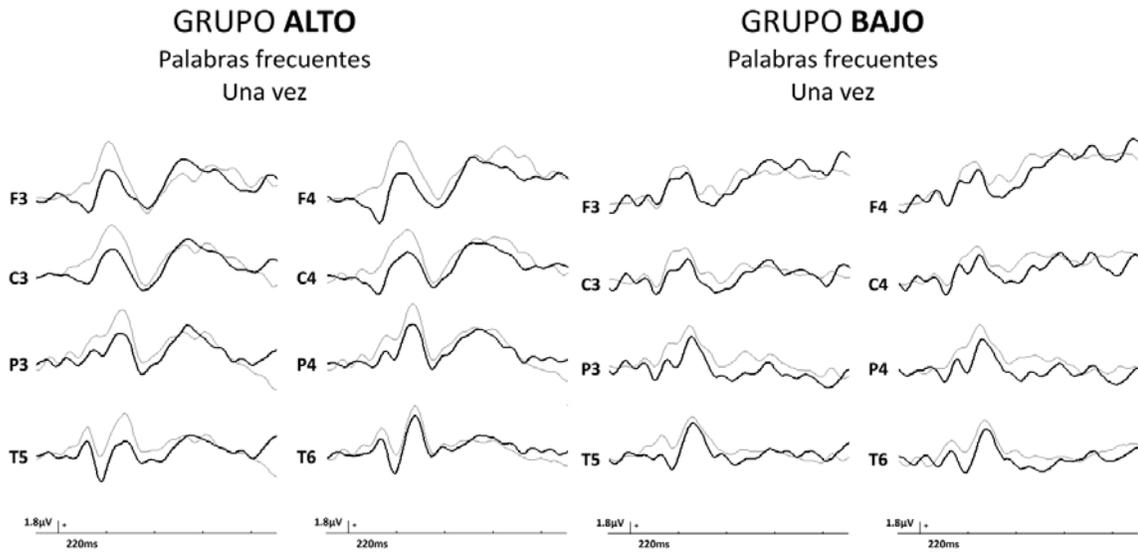


**FIGURA 23.** Potenciales Relacionados con Eventos en la Tarea 1: Exposición repetida (priming visual). Derivaciones temporales posteriores homólogas. Palabras infrecuentes primera vez (gris) y quinta vez (negro).

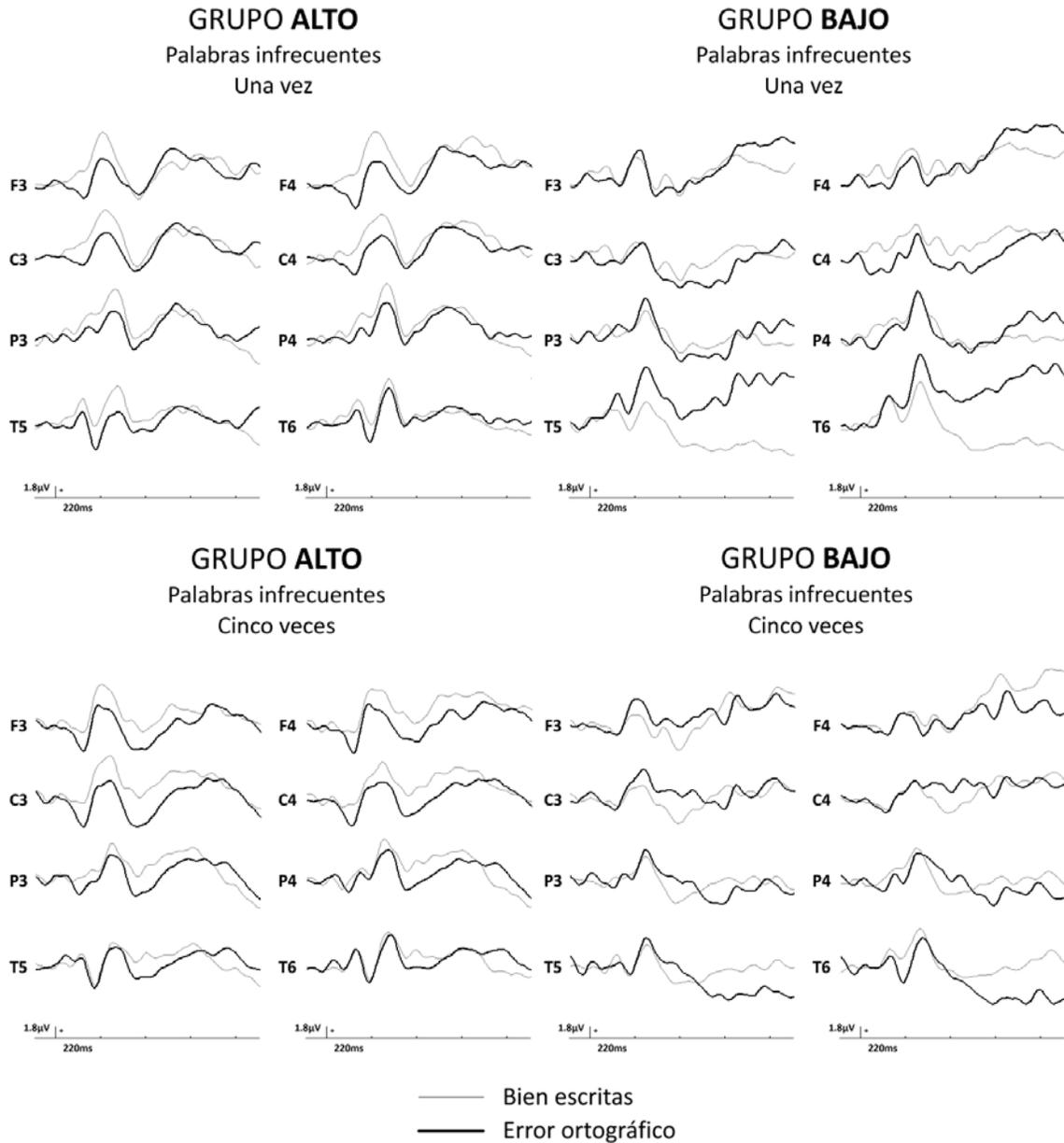
Tarea2: Reconocimiento de errores ortográficos.

En esta tarea se obtuvieron los Potenciales Relacionados con Eventos ante el procesamiento de palabras expuestas una o cinco veces en la Tarea 1, con la intención de evaluar tres efectos principales: el efecto de la exposición repetida a las palabras sobre el procesamiento de las mismas; el efecto de la frecuencia de las palabras y el efecto de la ausencia o presencia de un error ortográfico de tipo homófono en las palabras. La FIGURA 24 muestra los PREs promedio de los

grupos alto y bajo de acuerdo con la frecuencia de las palabras, la tasa de exposición previa y la presencia o ausencia de error ortográfico.



— Bien escritas  
- - - Error ortográfico



**FIGURA 24.** Potenciales Relacionados con Eventos en la Tarea 2: Reconocimiento de errores ortográficos; de acuerdo con la frecuencia y la tasa de exposición de las palabras. Derivaciones frontales, centrales, parietales y temporales posteriores homólogas. Grupo alto columna izquierda, grupo bajo columna derecha. Palabras correctamente escritas (gris) y con error ortográfico (negro).

Los análisis se hicieron para cada uno de los efectos incluyendo los datos de voltaje y latencia de los participantes de los grupos alto y bajo.

Se realizó entonces un análisis de varianza de parcelas divididas con un factor entre grupos (alto y bajo) y dos factores dentro de los grupos: efecto estudiado (exposición, frecuencia u ortografía) y derivación (P3-P4, T5-T6 para

los componentes N170 y P220; y F3-F4, C3-C4 para los componentes N350 y P600).

#### *EFFECTO DE LA EXPOSICIÓN REPETIDA*

##### N170

El análisis no mostró diferencias de voltaje en el pico máximo de este componente entre los grupos y entre las diferentes exposiciones (primera vs quinta). De manera general se encontró una menor latencia en T5 que en T6 en el pico máximo de este componente ( $F_{1,28} = 16.2$ ,  $p < 0.001$ ).

No se encontraron diferencias significativas en el voltaje o en la latencia de los componentes P220 y N350.

##### P600

Se encontró una tendencia hacia una interacción grupo por tasa de exposición ( $F_{1,28} = 4.13$ ,  $p = 0.0516$ ) en el grupo alto: el voltaje del pico máximo de P600 tiende a disminuir ante las palabras expuestas cinco veces, en comparación con aquellas expuestas sólo una vez. Se observó también una interacción significativa grupo por derivación ( $F_{5,140} = 7.54$ ,  $p < 0.0001$ ), donde en el grupo bajo el voltaje de las derivaciones derechas (F4-C4) es significativamente mayor al de las derivaciones izquierdas (F3-C3) ante palabras expuestas una vez y ante palabras expuestas cinco veces. Se encontró una interacción entre la tasa de exposición y la derivación ( $F_{5,140} = 2.48$ ,  $p < 0.05$ ), donde hay una disminución en el voltaje de F4 ante palabras expuestas cinco veces en comparación con palabras expuestas una vez ( $q = 3.076$ ,  $p < 0.05$ ); sin embargo, al analizar con detalle los datos se observa que esa diferencia existe sólo en el grupo alto.

El análisis de este componente en este factor demostró también que el pico máximo de voltaje es significativamente más temprano en el grupo alto que en el bajo ( $F_{1,28} = 13.5$ ,  $p < 0.01$ ).

#### *EFFECTO DE LA FRECUENCIA DE LAS PALABRAS*

N170

No se encontraron diferencias en el voltaje del componente. Se encontró que su latencia ante palabras frecuentes es más temprana que ante infrecuentes ( $F_{1,28} = 6.81, p < 0.05$ ), también se encontró una menor latencia del componente en T5 respecto a T6 ( $F_{1,28} = 16.23, p < 0.001$ ).

No se encontraron diferencias en el voltaje o en la latencia del componente P220.

N350

Su voltaje fue significativamente menor ante las palabras frecuentes que ante las infrecuentes ( $F_{1,28} = 8.83, p < 0.01$ ).

De acuerdo con su latencia, se encontró que ante las palabras frecuentes es menor que ante las infrecuentes ( $F_{1,28} = 10.26, p < 0.01$ ).

P600

El voltaje ante palabras frecuentes fue significativamente mayor que ante infrecuentes ( $F_{1,28} = 5.40, p < 0.05$ ).

La latencia de su pico máximo fue más temprana en el grupo alto que en el bajo ( $F_{1,28} = 13.21, p < 0.01$ ) y más temprana ante palabras frecuentes que ante infrecuentes ( $F_{1,28} = 9.45, p < 0.01$ ).

#### *EFFECTO DE LA PRESENCIA DE ERROR ORTOGRÁFICO*

N170

No se observaron diferencias en el voltaje del componente. Su latencia fue menor en T5 respecto de T6 ( $F_{1,28} = 16.23, p < 0.001$ ).

P220

Respecto a su voltaje, se encontró una interacción entre el grupo y la presencia de un error ortográfico ( $F_{1,28} = 6.74, p < 0.05$ ), con mayor voltaje ante palabras escritas correctamente respecto a palabras con error, pero sólo en el grupo alto ( $q = 3.98, p < 0.01$ ).

En función de la latencia de este componente, se observó una menor ante las palabras escritas correctamente en comparación de aquellas con error ( $F_{1,28} = 5.03, p < 0.05$ ).

N350

No se encontraron diferencias significativas en el análisis del voltaje. Se encontró una mayor latencia ante palabras correctas que ante incorrectas ortográficamente ( $F_{1,28} = 6.65, p < 0.05$ ); una interacción del grupo por presencia de error ortográfico ( $F_{1,28} = 12.31, p < 0.01$ ), donde sólo en el grupo alto se encontró mayor latencia ante las correctas que ante las incorrectas ( $q = 6.09, p < 0.01$ ).

P600

Analizando su voltaje, se observó una interacción del grupo y la presencia de error ortográfico ( $F_{1,28} = 5.48, p < 0.05$ ), mientras que en el grupo alto la amplitud del componente disminuye ante el error ortográfico, en el grupo bajo crece significativamente; adicionalmente se encontró interacción del grupo por derivación ( $F_{5,140} = 7.53, p < 0.0001$ ), donde sólo en el grupo bajo se observó un significativo incremento de voltaje en las derivaciones derechas F4-C4 respecto a las izquierdas F3- C3.

La latencia de este componente en el grupo alto fue significativamente más temprana que en el bajo ( $F_{1,28} = 13.51, p < 0.01$ ); también se observó una mayor latencia general ante palabras correctas que ante palabras ortográficamente incorrectas ( $F_{1,28} = 7.25, p < 0.05$ ).

## 7. DISCUSIÓN

La presente investigación se basó en el principio teórico del efecto de la exposición repetida (priming visual), entendido para este caso como la facilidad para reconocer una palabra en función del grado de su exposición previa. A pesar de que este principio constituye un hecho ampliamente reconocido y aceptado en la literatura (p. ej. Brem y cols., 2005), era necesaria su aplicación o demostración para poder evaluar posteriormente los efectos de la manipulación experimental en la tarea de reconocimiento de errores ortográficos en las palabras. Es por ello que el objetivo esencial de la Tarea 1 fue constituir, más que una tarea experimental en sí, un control previo al reconocimiento de palabras con errores ortográficos, siendo esta la base de la división y formación de nuestros grupos de participantes.

Al dividir las palabras según la frecuencia con la que aparecen en una serie de textos escolares, encontramos una diferencia entre los grupos de acuerdo con su ejecución, expresada como una mayor cantidad de respuestas correctas y un menor tiempo de reacción para las palabras frecuentes en comparación de las palabras infrecuentes, lo cual podría estar reflejando la exposición natural de las palabras en la lectura o el grado de habilidades para el reconocimiento de la forma ortográfica de las palabras. Es decir, los individuos con peor rendimiento ortográfico, demostraron una peor ejecución en la tarea de decisión lexical, respecto a los grupos restantes. Esto supondría que existe alguna diferencia a priori entre los grupos respecto al grado en el que se han expuesto a las palabras utilizadas en la tarea de decisión lexical o con relación a los procesos realizados para el reconocimiento visual de las mismas.

La primera explicación no parece del todo satisfactoria tomando en cuenta que, aunque durante la formación de los grupos se observaron pequeñas diferencias respecto a sus hábitos de lectura y a la cantidad de libros no escolares leída, en todos los grupos existieron lectores ávidos y muy ocasionales (según referencia propia), lo que parece reflejar la variabilidad individual esperada. Además, las diferencias intergrupales en la tarea lexical se

relacionaron básicamente con el carácter frecuente o infrecuente de las palabras empleadas como estímulos, lo que debilita aún más esta hipótesis potencial.

En cuanto al reconocimiento visual de las palabras, existen evidencias como para sospechar cierto grado de diferencias grupales en la calidad de los sustratos neuroanatómicos, sus relaciones funcionales o en el grado de participación de las distintas estructuras involucradas en dicho procesamiento (p. ej. McCandliss, Cohen y Dehaene, 2003; Polk y cols., 2002; Sakurai, 2004). En resumen, las diferencias previas a la exposición a la tarea podrían suponerse como epifenómeno emergente de la probable interrelación entre determinado desarrollo anatómico-funcional y las bases ambientales que lo determinan o influyen.

Por otra parte, para la Tarea 1 encontramos un efecto significativo para la interacción entre la frecuencia de las palabras y su repetición en la tarea, así como en la interacción entre estos factores y los grupos, lo que denota que todos los sujetos parecen beneficiarse en cierto grado de la exposición repetida de las palabras, aunque manteniendo las diferencias establecidas a priori como expresión de su frecuencia previa.

Una vez establecido el efecto de priming verbal para la primera tarea, es necesario correlacionarlo con los cambios electrofisiológicos asociados a la ejecución de la misma. En este aspecto, nuestro principal interés radica en los componentes N170 (sobre el hemisferio izquierdo) y P200 que, como se planteó en los antecedentes, han sido ampliamente relacionados en la literatura con el reconocimiento visual de los caracteres verbales (p. ej. Bentin y cols., 1999; Brem y cols., 2005). Este par de componentes podrían entonces constituir marcadores electrofisiológicos tempranos involucrados en el reconocimiento de las palabras. Los resultados de los PREs en nuestro caso podrían resumirse del siguiente modo: el componente N170 mostró una significativa mayor amplitud sobre la región temporo-parietal izquierda en todos los grupos, pero sólo en el grupo alto se encontró claramente bilateral y exhibió un retraso en su latencia sobre el lado derecho respecto a la observada en el hemisferio izquierdo.

Esto podría reflejar que en aquellos individuos que han logrado cierto grado de especialización en el reconocimiento de palabras, podrían estar

identificando su estructura ortográfica general a manera de imágenes u objetos y posteriormente identificar otros patrones de orden lingüístico también de manera bilateral o con una lateralidad marcada.

Además, se encontró una menor amplitud del componente N170 ante palabras frecuentes sólo para los grupos Alto y Medio, además de un incremento en su latencia del pico máximo ante la quinta exposición a la palabra, contrario a lo que cabría esperar como producto de la exposición repetida a un estímulo. Sin embargo este fenómeno, en conjunto con lo sucedido en el componente positivo posterior (mayor amplitud de P220, explicado más adelante), podría estar reflejando un mayor análisis u otra estrategia sobre esto en personas con mejores habilidades en el manejo de las palabras (como su reconocimiento ortográfico).

En cuanto al componente P220, en general el grupo alto mostró un significativo incremento en la amplitud del componente relacionado con la repetición de las palabras (mayor ante una exposición posterior), mientras que todos los grupos mostraron una disminución de su latencia como un efecto de esta misma variable (repetición); en los grupos medio y bajo su amplitud fue mayor en el hemisferio derecho.

Los PREs obtenidos de la Tarea 1 parecen confirmar un efecto diferencial entre los grupos para el procesamiento visual de las palabras. Basados en los cambios observados en N170 para el grupo con mejor reconocimiento ortográfico, podría especularse sobre la posibilidad de que un grado de mayor automatización en el proceso de reconocimiento visuo-verbal pudiera conducir a una transferencia hemisférica en la activación del arreglo neural, hacia estructuras con mayor grado de especialización en el reconocimiento global de un objeto como lo serían las áreas del giro fusiforme del hemisferio derecho, altamente entrenadas en el procesamiento global de caracteres faciales y asociadas al origen del componente N170 sobre esa localización (p. ej. Bentin, Sagiv, Mecklinger, Friederici y von Cramon, 2002). Esta transferencia tendría un costo (procesamiento) temporal, lo que podría estarse reflejando en el retraso señalado en la latencia de este componente en la derivación T6.

El incremento en la amplitud del componente P220 ante la exposición repetida en el grupo alto es congruente con la sensibilidad de este componente ante el procesamiento de las peculiaridades físicas de los estímulos ante distintas presentaciones (p. ej. Brem y cols., 2005). En el caso de los otros grupos, la lateralización de los incrementos observados en su amplitud podrían sugerir un avance intermedio en su proceso de automatización de palabras para el que P220 podría reflejar un índice probable del cierre del proceso de reconocimiento ortográfico general para entonces poder continuar con otros tipos de procesamiento (p. ej. semántico, sintáctico, etc.)

Recapitulando, el interés principal de esta investigación fue el poder determinar si existe alguna influencia de la exposición a las palabras (de acuerdo con su repetición o de acuerdo con su frecuencia de uso) sobre la habilidad de estudiantes para reconocer errores ortográficos. Debido a esto, y con el propósito de realizar el mejor análisis posible de los datos, éste se dividió de acuerdo con cada factor de interés en los grupos evaluados. También debido a que el análisis de la primera tarea mostró que existen diferencias entre los grupos, pero que esta diferencia se observa principalmente entre el conjunto de grupos alto-medio respecto al grupo bajo, se optó por estudiar los resultados de los grupos extremos (alto y bajo) para la segunda tarea.

Para el reconocimiento de errores ortográficos, y como ya se mencionó con anterioridad, se observó en ambos grupos que el pico máximo del componente N170 tiene cierta lateralización en cuanto a su latencia (en hemisferio izquierdo) y que el voltaje de éste no difiere entre los grupos cuando se estudia la influencia de la exposición previa. Respecto al componente positivo tardío, se observó que su voltaje disminuye como función de la exposición de las palabras en el grupo alto, lo cual podría sugerir la presencia de un cierre perceptual más temprano y eficiente en este grupo respecto al grupo bajo. Los hallazgos sobre los componentes tempranos discutidos previamente para el grupo alto parecen reforzar esta idea. Sin embargo en el grupo bajo, la magnitud de este componente tardío parece reflejar una menor eficiencia en el procesamiento ortográfico en general y en particular con el reconocimiento de un error de este tipo.

En otro sentido, el efecto diferencial de la frecuencia de uso de las palabras sobre ambos grupos se caracterizó por la disminución de la latencia del hemisferio izquierdo respecto al derecho, lo cual resulta compatible con un mayor grado de especialización hemisférica para la manipulación de material de tipo verbal en comparación con otro tipo de estimulación. Así mismo, podría estar reflejando un probable reclutamiento posterior en aquellas áreas cuya especialización se dirige al análisis global de los estímulos como se había mencionado anteriormente para el hemisferio derecho. También en este sentido, la amplitud del componente N350 podría estar reflejando la magnitud de recursos necesaria para evaluar el estímulo en curso donde ésta sería menor sobre el análisis de aquellas palabras más vistas en su ambiente natural.

Ahora bien, el estudio del reconocimiento de errores ortográficos en las palabras en comparación con palabras correctamente escritas mostró que en el grupo alto aumenta la amplitud y disminuye la latencia de sus componentes (N170, P220, N350 y P600) ante la detección de un error. Esto podría una vez más sugerir que este tipo de procesamiento se realiza en función del grado de automatización del reconocimiento visual global de las palabras. Como este es un efecto que no se observó en el grupo bajo, parece corresponder con el análisis realizado de las mediciones conductuales y las hipótesis sobre las posibles diferencias neuroanatómicas o neurofuncionales entre ambos grupos esbozadas con anterioridad.

## 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Tomando en cuenta los resultados y la discusión de la presente investigación, se consideran las siguientes conclusiones:

1. El modelo seguido para la selección de la muestra de la presente investigación permitió establecer desde un principio una distinción entre los participantes en relación con el reconocimiento (o generación) de errores ortográficos en las palabras. Esto a su vez permitió estudiar el fenómeno "exposición" de manera natural (frecuencia de uso de las palabras en lecturas escolares) y de manera experimental (repetición de palabras observadas), para posteriormente estudiar la influencia de estos dos factores sobre el reconocimiento de errores ortográficos.
2. La exposición (de ambos tipos, citados en el punto anterior) genera cambios muy tempranos (desde alrededor de los 170 milisegundos) en distintos componentes de los Potenciales Relacionados con Eventos, de manera particular en aquellos que reflejan la actividad de estructuras neuroanatómicas especializadas (según referencias) en el reconocimiento de palabras (p. ej. N170 y P220, giro fusiforme). Sin embargo es de resaltar que en aquellas personas que tienen un mejor rendimiento en el reconocimiento de errores ortográficos, la actividad de estas estructuras y sus componentes electrofisiológicos asociados se observan de manera bilateral.
3. En relación con el punto anterior, la actividad bilateral de componentes tempranos en un grupo ortográficamente eficiente permitiría inferir que el reconocimiento global de una palabra (incluida su forma correcta de escribirse) se realiza en forma de objeto y no necesariamente en forma de palabra.

4. Una mayor exposición a las palabras produce, de manera general, cambios neurales (menor voltaje y menor latencia de ciertos componentes de los PREs) en los grupos estudiados, sin embargo estos cambios se observan de mejor manera (o de manera más eficiente) en el grupo con mejor rendimiento establecido a priori. Estos cambios podrían reflejar un menor reclutamiento y una mayor eficiencia neural.
5. De la observación del grupo alto, esta eficiencia o especialización establecida de manera muy temprana permitiría una menor asignación de recursos (traducida para este caso como una mayor facilidad) para el reconocimiento de "incongruencias" en los estímulos presentados y por ende un mejor desempeño en este tipo de tarea. De manera electrofisiológica, esto se traduce como una disminución del componente negativo (N350) y del positivo tardío (P600) observado en áreas fronto-centrales claramente observado en este grupo y no en el grupo con rendimiento ortográfico bajo. Ambos grupos realizan el proceso, pero uno lo hace de manera más eficiente.

En relación con la presente investigación se recomienda el análisis del componente P220 (en voltaje y en latencia) en todo el arreglo electrofisiológico para poder determinar sus características en función del reconocimiento ortográfico.

También se recomienda, habiendo establecido la temporalidad temprana del reconocimiento eficiente y global de las palabras como un reflejo de la actividad de la región temporo-parietal principalmente izquierda, estudiar la actividad del giro fusiforme (y de regiones adyacentes) mediante técnicas con una alta resolución espacial en relación con el reconocimiento ortográfico de las palabras.

## 9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acha, J. y Perea, M. (2008). The effects of length and transposed-letter similarity in lexical decision: Evidence with beginning, intermediate, and adult readers. *British Journal of Psychology*, *99*, 245-264.
- Allen, P., Smith, A., Lien, M., Kaut, K. y Canfield, A. (2009). A multistream model of visual word recognition. *Attention, Perception, & Psychophysics*, *71(2)*, 281-296.
- Andreassi, J.L. (2000). *Psychophysiology. Human Behavior & Physiological Response*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Backhoff, E., Peon, M., Andrade, E. y Rivera, S. (2008) La ortografía de los estudiantes de educación básica en México. México: INEE Informes Institucionales.
- Balota, D., Yap, M., Cortese, M., Hutchison, K., Kessler, B., Loftis, B., Neely, J., Nelson, D., Simpson, G. y Treiman, R. (2007). The English Lexicon Project. *Behavior Research Methods*, *39(3)*, 445-459.
- Barber, H. y Kutas, M. (2007). Interplay between computational models and cognitive electrophysiology in visual word recognition. *Brain Research Reviews*, *53*, 98-123.
- Beech, J.R. (2005). Ehri's model of phases of learning to read: a brief critique. *Journal of Research in Reading*, *28(1)*, 50-58.
- Beech, J.R. y Mayall, K.A. (2005). The Word Shape Hypothesis Re-examined: Evidence for an External Feature Advantage in Visual Word Recognition. *Journal of Research in Reading*, *28(3)*, 302-319.
- Bentin, S., Mouchetant-Roistang, Y., Giard, M.H., Echallier, J.F. y Pernier, J. (1999). ERP Manifestations of Processing Printed Words at Different Psycholinguistic Levels: Time Course and Scalp Distribution. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *11(3)*, 235-260.
- Bentin, S., Sagiv, N., Mecklinger, A., Friederici, A. y von Cramon, Y.D. (2002). Priming Visual Face-Processing Mechanisms: Electrophysiological Evidence. *Psychological Science*, *13(2)*, 190-193.

- Berninger, V. y Richards, T. (2002). Building a reading brain neurologically. En V. Berninger y T. Richards (Eds.), *Brain Literacy for Educators and Psychologists*. San Diego: Elsevier.
- Bowers, P.G. y Wolf, M. (1993). Theoretical links among naming speed, precise timing mechanisms and orthographic skill in dyslexia. *Reading and Writing: An Interdisciplinary Journal*, 5, 69-85.
- Brem, S., Lang-Dullenkopf, A., Maurer, U., Halder, P., Bucher, K. y Brandeis, D. (2005). Neuropsychological Signs of Rapidly Emerging Visual Expertise for Symbol Strings. *NeuroReport*, 16(1), 45-48.
- Bruce, V., Green, P.R. y Georgeson, M.A. (2006). *Visual Perception: physiology, psychology and ecology*. New York: Psychology Press.
- Carreiras, M., Gillon-Dowens, M., Vergara, M. y Perea, M. (2009). Are Vowels and Consonants Processed Differently? Event-related Potential Evidence with a Delayed Letter Paradigm. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 21(2), 275-288.
- Carreiras, M. y Perea, M. (2004). Naming pseudowords in Spanish: Effects of syllable frequency. *Brain and Language*, 90(1), 393-400.
- Castro-Salas, M.A. (2008). Potenciales Relacionados con Eventos (PREs) durante la percepción de palabras abstractas y concretas. Tesis de Maestría no publicada, Instituto de Neurociencias, Universidad de Guadalajara.
- Cohen, L., Dehaene, S., Naccache, L., Lehéricy, S., Dehaene-Lambertz, G., Hénaff, M.A. y Michel, F. (2000). The Visual Word Form Area. Spatial and Temporal Characterization of an Initial Stage of Reading in Normal Subjects and Posterior Split-Brain Patients. *Brain*, 123, 291-307.
- Coltheart, M. (2004). Are there lexicons? *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 57A(7), 1153-1171.
- Coltheart, M. (2006). Dual route and connectionist models of reading: an overview. *London Review of Education*, 4(1), 5-17.
- Coltheart, M., Rastle, K., Perry, C., Langdon, R. y Ziegler, J. (2001). DRC: A Dual Route Cascaded Model of Visual Word Recognition and Reading Aloud. *Psychological Review*, 108(1), 204-256.

- Davies, R., Cuetos, F. y González-Seijas, R.M. (2007). Reading Development and Dyslexia in a Transparent Orthography: A Survey of Spanish Children. *Annals of Dyslexia*, 57, 179-198.
- Devlin, J.T., Jamison, H.L., Gonnerman, L.M. y Matthews, P.M. (2006). The Role of the Posterior Fusiform Gyrus in Reading. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 18(6), 911-922.
- Dragovic, M. (2004). A major revision of the Edinburgh Handedness Inventory. *Laterality: Body, Brain and Cognition*, 9(4), 411-419.
- Farah, M.J. (2000). *The Cognitive Neuroscience of Vision*. Massachusetts: Blackwell Publishers.
- Ferreres, A., Martínez-Cutiño, M., Jacobovich, S., Olmedo, A. y López, C. (2003). Las alexias y los modelos de doble ruta de lectura en hispanohablantes. *Revista Argentina de Neuropsicología*, 1, 37-52.
- Goldensohn, E. (1998). Animal electricity from Bologna to Boston. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 106, 92-100.
- Gómez-Velázquez, F.R., González-Garrido, A.A., Zarabozo, D. y Amano, M. (2010). La velocidad de denominación de letras. El mejor predictor temprano del desarrollo lector en español. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 15(46), 823-847.
- Gumá, E. y González-Garrido, A. (2001). Los potenciales relacionados a eventos cognitivos. En V.M. Alcaraz y E. Gumá (Eds.), *Texto de Neurociencias Cognitivas*. México: Universidad de Guadalajara, Facultad de Psicología UNAM y Manual Moderno.
- Harner, P. y Sannit, T. (1974). *A Review of The International Ten-Twenty System of Electrode Placement*. Massachusetts: Grass Instrument Company.
- Holcomb, P. y Grainger, J. (2006). On the Time Course of Visual Word Recognition: An Event-Related Brain Potential Investigation using Masked Repetition Priming. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 18(10), 1631-1643.

- Kandel, E.R. y Wurtz, R.H. (2000). Constructing the Visual Image. En E.R. Kandel, T.M. Jessel y J.H. Schwartz (Eds.), *Principals of Neural Science. Fourth Edition*. New York: Elsevier.
- Lavidor, M. y Bailey, P. (2005). Dissociations between serial position and number of letters effects in lateralized visual word recognition. *Journal of Research in Reading, 28(3)*, 258-273.
- Lavric, A., Clapp, A. y Rastle, K. (2007). ERP Evidence of Morphological Analysis from Orthography: A Masked Priming Study. *Journal of Cognitive Neuroscience, 19(5)*, 866-877.
- López-Escribano, C. (2007). Evaluation of the Double-Deficit Hypothesis Subtype Classification of Readers in Spanish. *Journal of Learning Disabilities, 40(4)*, 319-330.
- Luck, S.J. (2005). *An introduction to the Event-Related Potential Technique*. Massachusetts: MIT Press.
- Maurer, U., Brandeis, D. y McCandliss, D. (2005). Fast, Visual Specialization for Reading in English Revealed by the Topography of the N170 ERP Response. *Behavioral and Brain Functions, 1(13)*, S.P.
- McCandliss, B., Cohen, L. y Dehaene, S. (2003). The visual word form area: expertise for reading in the fusiform gyrus. *Trends in Cognitive Sciences, 7(7)*, 293-299.
- Nation, K. (2008). Learning to read words. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 61(8)*, 1121-1133.
- Neuronic, S.A. (s.f.). *MindTracer version 2.0 (Manual de Usuario)*. Ciudad de La Habana: Neuronic, S.A.
- Neuronic, S.A. (s.f.). *Trackwalker 2.0. EEG Recording & EEG Editing (Manual de Usuario)*. Ciudad de La Habana: Neuronic, S.A.
- Opitz, B. (2003). ERP and fMRI correlates of target and novelty processing. En J. Polich (Editor), *Detection of Change: Event-Related Potential and fMRI Findings*. Boston: Kluwer Academic Publishers.
- Polk, T.A., Stallcup, M., Aguirre, G.K., Alsop, D.C., D'Esposito, M., Detre, J.A. y Farah, M.J. (2002). Neural Specialization for Letter Recognition. *Journal of Cognitive Neuroscience, 14(2)*, 145-159.

- Rodrigo, M., Jiménez, J.E., García, E., Díaz, A., Ortiz, M.R., Guzmán, R., Hernández-Valle, I., Estévez, A. y Hernández, S. (s.a.). Valoración del procesamiento ortográfico en niños españoles con dislexia: El papel de las unidades léxicas y subléxicas. *Revista Electrónica de Investigación Psicoeducativa y Psicopedagógica*, 2(2), 105-126.
- Rosselli, M., Matute, E. y Ardila, A. (2004). Características neuropsicológicas y aprendizaje de la lectura en niños hispanohablantes. En E. Matute (Coordinadora), *Aprendizaje de la lectura. Bases biológicas y estimulación ambiental*. México: Universidad de Guadalajara.
- Sakurai, Y. (2004). Varieties of alexia from fusiform, posterior inferior temporal and posterior occipital gyrus lesions. *Behavioral Neurology*, 15, 35-50.
- Sauseng, P., Bergmann, J. y Wimmer, H. (2004). When does the brain register deviances from standard word spellings?. An ERP study. *Cognitive Brain Research*, 20, 529-532.
- Serrano, F. y Defior, S. (2008). Dyslexia speed problems in a transparent orthography. *Annals of Dyslexia*, 58(1), 81-95.
- Sharp, P.F. y Philips, R. (1997). Physiological Optics. En W.E. Hende y P.N. Wells (Eds.), *The Perception of Visual Information*. New York: Springer.
- Simon, G., Bernard, C., Largy, P., Lalonde, R. y 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. y Angrilli, A. (2007). Influence of Phonological, Semantic and Orthographic tasks on the early linguistic components N150 and N350. *International Journal of Psychophysiology*, 64, 190-198.
- Stern, R.M., Ray, W.J. y Quigley, K.S. (2001). *Psychophysiological Recording*. New York: Oxford University Press.
- The Psychological Corporation (2003). *Escala Weschler de Inteligencia para Adultos-III*. México, D.F.: Manual Moderno.
- Vega-Gutiérrez, O. (2007). Correlatos electrofisiológicos asociados con reconocimiento ortográfico en niños denominadores lentos. Tesis de Maestría no publicada, Instituto de Neurociencias, Universidad de Guadalajara.

- Vissers, C., Chwilla, D. y Kolk, H. (2006). Monitoring in language perception: The effect of misspellings of words in highly constrained sentences. *Brain Research, 1106*, 150-163.
- Williams, M. (2003). Sylvius: Fundamentals of Human Neural Structure [programa de computación]. Texas: Sauer Associates.
- Zarabozo, D. (*registro pendiente*). Contar palabras v.1.0 [Programa de Computación].



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS  
BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

INSTITUTO DE NEUROCIENCIAS

COMITÉ DE ÉTICA

DICTAMEN DEL COMITÉ DE ÉTICA AL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Exploración electrofisiológica del reconocimiento de patrones visuales de palabras.

CON NÚMERO DE REGISTRO ET042009-58

RESPONSABLE Dr. Andrés Antonio González Garrido

NOMBRE DEL ALUMNO Daniel Zarabozo Hurtado

APROBADO SIN MODIFICACIONES

RECHAZADO

SUGERENCIAS:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

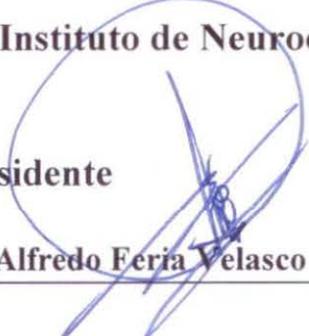
*[Handwritten signatures in blue ink on the left margin]*

RECHAZADO DEBIDO A: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

En caso de haber sido evaluado con sugerencias, se requiere someter a re-evaluación el proyecto de investigación, en primera instancia, al comité tutelar y posteriormente al Comité de Ética en un lapso máximo de 2 semanas a partir de esta fecha.

Se emite el presente DICTAMEN el día 4 de Diciembre  
de 2009, firmando los integrantes del Comité de Ética  
del Instituto de Neurociencias.

Presidente

  
Dr. Alfredo Feria Velasco

Secretaria

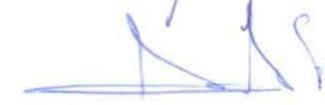
  
Dra. Marisela Hernández González

Vocales:

  
Dr. Jacinto Bañuelos Pineda

  
Dr. Luis Francisco Cerdán Sánchez

  
Dr. Andrés A. González Garrido

  
Dr. Jorge Juárez González

Cep. Comité Tutelar correspondiente.

## 10. ANEXOS

### ANEXO 1A

#### DATOS PERSONALES Y ANTECEDENTES

FECHA \_\_\_\_\_

Nombre (s): \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_

Sexo: \_\_\_\_\_ Manualidad: \_\_\_\_\_ Grado: \_\_\_\_\_ Escuela: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

Teléfonos: Casa: \_\_\_\_\_ Celular: \_\_\_\_\_

Escolaridad y ocupación del padre (tutor): \_\_\_\_\_

Escolaridad y ocupación de la madre (tutora): \_\_\_\_\_

#### Instrucciones: Encierra en un círculo la opción que creas más adecuada.

1. Durante la primaria ¿Se te dificultó la materia de español?  
a) Nada                      b) Poco                      c) Mucho
2. ¿Has tenido problemas de atención?  
a) Nada                      b) Poco                      c) Mucho
3. ¿Has tenido problemas de aprendizaje?  
a) Nada                      b) Poco                      c) Mucho
4. Durante la primaria ¿repetiste algún grado escolar?  
a) Si                              b) No
5. ¿Cómo consideras que es tu ortografía?  
a) Buena                      b) Regular                      c) Mala
6. ¿Cuánto te gusta leer?  
a) Nada                      b) Poco                      c) Mucho
7. ¿Cuántos libros no escolares lees al año?  
a) Ninguno                      b) Menos de 3                      c) Más de 3
9. Cuando estás leyendo, ¿pierdes el renglón?  
a) Nunca                      b) A veces                      c) Frecuentemente
10. Cuando estás leyendo, ¿debes regresar unos renglones y volver a leer para captar la idea?  
a) Nunca                      b) A veces                      c) Frecuentemente
11. Cuando estás leyendo, ¿cambias unas letras o palabras por otras?  
a) Nunca                      b) A veces                      c) Frecuentemente

## ANEXO 1B

### COMPLETAR PALABRAS

Iniciales del nombre: \_\_\_\_\_

Instrucciones: Completa el espacio en blanco con la letra que creas que corresponda.

1. **b - v**

ri\_\_alidad          mo\_\_ilidad          ad\_\_ersidad          infali\_\_ilidad  
\_\_alón          in\_\_erso          re\_\_ozo          o\_\_eso

2. **c - s - z**

adapta\_\_ión          infu\_\_ión          anali\_\_ar          expan\_\_ión  
pa\_\_iente          no\_\_ivo          mudan\_\_a          trave\_\_ía

3. **g - j**

ropave\_\_ero          le\_\_endario          a\_\_ilizar          te\_\_edor  
elo\_\_iar          a\_\_enciar          conser\_\_e          e\_\_ecutar

4. **con o sin h**

\_\_uérfano          \_\_oblicuo          \_\_usurpador          \_\_uésped

5. **ll - y**

\_\_ega          deste\_\_a          \_\_ugo          \_\_elmo  
destru\_\_a          \_\_ema          arru\_\_a          enta\_\_a

## ANEXO 1C

### COMPLETAR ORACIONES

Instrucciones: Encierra en un círculo la palabra que complete correctamente la oración.

1. La \_\_\_\_\_ no era suficiente en esa planta.          a) sabia          b) savia
2. El \_\_\_\_\_ de la biblioteca es excelente.          a) acervo          b) acerbo
3. El sacerdote fue a \_\_\_\_\_ un venado en el bosque.          a) cazar          b) casar
4. Tuvieron que \_\_\_\_\_ a los sospechosos.          a) aprender          b) aprehender
5. Su tío sin querer le \_\_\_\_\_ la culpa.          a) hecho          b) echó
6. Eran condenados a la \_\_\_\_\_, entre otras penas.          a) horca          b) orca
7. Tener cuidado de no \_\_\_\_\_ el carro al estacionarse.          a) aboyar          b) abollar
8. Para hacer la ensalada hay que \_\_\_\_\_ los vegetales.          a) rallar          b) rayar
9. El gas de la fábrica pasa por un \_\_\_\_\_ muy delgado.          a) tuvo          b) tubo
10. Y él dijo: ¡ \_\_\_\_\_ esta tierra para una buena cosecha!          a) haremos          b) aremos

## ANEXO 1D

### CONOCIMIENTO DE REGLAS DE ORTOGRAFÍA

Iniciales del nombre: \_\_\_\_\_

**Instrucciones: Encierra en un círculo la respuesta que consideres correcta.**

1. Antes de **b** o **p** siempre se escribe:

- a) m                      b) n                      c) Cualquiera de las dos

2. La **c** suena como **k** de kilo ante las vocales:

- a) a/o/u                      b) e/i                      c) Ante cualquier vocal

3. La **g** suena igual que en **gato** ante las vocales a, o, u, y para las vocales e, i, es necesario agregar la vocal u entre la g y las vocales e, i.

- a) Falso                      b) En algunos casos                      c) Cierto

4. La letra **h** puede escribirse ante todas las vocales y los problemas ortográficos mayores son cuando la letra h sirve para distinguir significados, como en hojear/ojear.

- a) Falso                      b) En algunos casos                      c) Cierto

5. Cuando la palabra termina con el sonido vocálico **i**, siempre se representa con la letra **í**, sin ninguna excepción.

- a) Falso                      b) En algunos casos                      c) Cierto

7. Al inicio de una palabra o después de consonante no se puede escribir **rr**.

- a) Falso                      b) En algunos casos                      c) Cierto

8. Sólo en algunos casos las mayúsculas se usan para los nombres propios, después de punto aparte o punto y seguido.

- a) Falso                      b) En algunos casos                      c) Cierto

9. Se escribe con mayúscula la palabra que sigue el cierre de un signo de interrogación (?) o de exclamación (!), si no se interpone coma, punto y coma o dos puntos.

- a) Falso                      b) En algunos casos                      c) Cierto

11. Las palabras graves se acentúan en la \_\_\_\_\_ sílaba. (*última antepenúltima penúltima*)  
Las palabras esdrújulas se acentúan en la \_\_\_\_\_ sílaba. (*última antepenúltima penúltima*)  
Las palabras agudas se acentúan en la \_\_\_\_\_ sílaba. (*última antepenúltima penúltima*)

12. Hay muchos pares de palabras en las que el acento escrito marca una diferencia de significado como si – sí, que – qué, cómo – como.

- a) Falso                      b) En algunos casos                      c) Cierto

## ANEXO 1E

### DICTADO DE UNA CARTA

**Instrucciones:** A continuación voy a dictarte una carta. Debes escribirla cuidando el trazo de tu letra, la ortografía y el uso de signos de puntuación.

*Guadalajara, Jalisco, / 17 de Septiembre de 2008. /*

*Querida Guadalupe: /*

*Nuestras maestras quieren que nos hagamos amigos. / A mí me gusta la idea. ¿Y a ti? /*

*Voy a contarte lo que me pasó hace una semana. / Mi maestra había revisado los cuadernos de todos / y me pidió que los pusiera en el lugar de cada quien. /*

*Hice una pila altísima, pero me tropecé / y todos los cuadernos se cayeron. / ¡Hubieras visto! / Ya había terminado de acomodarlos / cuando vi que la directora entró al salón. / Llevaba una pila de libros tan alta que apenas podía ver. /*

*¿Y sabes qué pasó? / ¡A la pobre le ocurrió lo mismo que a mí! / Se tropezó y todos los libros salieron volando, / yo le ayudé a recogerlos. /*

*¡A hacer lo mismo otra vez! /*

*Entre los dos acabamos pronto / y todavía pude salir un rato al recreo. /*

*La directora regresó más tarde a mi salón / y frente a todos me dio las gracias por ayudarle. / Cuando se fue me miró, me guiñó un ojo / y se sonrió conmigo. / Creo que me hice su amigo. /*

*Bueno, escíbeme y cuéntame cómo te va en tu escuela. /*

*Muchos saludos de tu amigo por carta. /*

*Álvaro Rodríguez. /*

## ANEXO 1F

### DICTADO DE PALABRAS

**Instrucciones: Te voy a dictar unas palabras. Debes escribirlas cuidando el trazo de tu letra y la ortografía.**

- |               |                 |
|---------------|-----------------|
| 1. interés    | 22. generalizar |
| 2. debido     | 23. difusión    |
| 3. mezcla     | 24. prohibir    |
| 4. hacer      | 25. yunque      |
| 5. vela       | 26. impresión   |
| 6. digerir    | 27. ojalá       |
| 7. coherencia | 28. íbamos      |
| 8. envuelto   | 29. alzar       |
| 9. proceso    | 30. ayuda       |
| 10. entonces  | 31. llegar      |
| 11. ahora     | 32. empezar     |
| 12. virus     | 33. hacienda    |
| 13. matriz    | 34. gente       |
| 14. tragedia  | 35. frase       |
| 15. elevar    | 36. salvar      |
| 16. fracaso   | 37. cayó        |
| 17. había     | 38. sátira      |
| 18. echar     | 39. precoz      |
| 19. parecido  | 40. llevar      |
| 20. habilidad | 41. pasión      |
| 21. ángel     | 42. andaban     |

## ANEXO 1G

### CORRECCIÓN DE UN TEXTO

Iniciales del nombre: \_\_\_\_\_

**Instrucciones: En este texto hay muchos errores porque se cambiaron algunas letras que suenan igual. Escribe con pluma roja, arriba de la palabra, la letra que creas que debería cambiarse.**

### BACTERIAS

Siempre encontrarás bacterias, no importa dónde **vallas**. Estos pequeños sobrevi**b**ientes han evolu**s**ionado y se han adaptado a todos los medio ambientes durante los miles de millones de años en que han existido sobre la Tierra. Las **vaz** a encontrar en las re**j**iones heladas, en los desiertos, en las selvas tropicales y aún en lugares sin aire. Algunas viven en los medio ambientes más extremos de los volcanes y respiraderos **i**drotermales del fondo del océano. Las bacterias también viven en el cuerpo humano. En realidad, más de tres mil millones de bacterias viven en una persona sana normal.

Algunas bacterias se mueven por sí mismas, pero **ay** otras que tienen que ser transportadas de un lugar a otro. Algunas dependen de las mareas de los o**s**éanos, de los caudalosos ríos y de otros cuerpos de agua en movimiento. Las bacterias que causan la tuberculosis, entre otras, viajan en las corrientes de aire cuando una persona infectada to**ce**, estornuda o ríe. Las bacterias también viajan en los animales y utili**s**an el magnetismo para ir en la dirección correcta.

El primer anti**v**iótico se produjo por un error de laboratorio. En 1928, el químico inglés Alexander

Fleming descubrió que se **abían** produ**s**ido bacterias en unos platos petri que **abía** ob**i**idado. Decidió des**a**cerse de los platos al ver que estaban cu**v**iertos de moho y considerar que estaban contaminados, pero en ese momento vio algo peculiar. No había bacterias donde había moho. Muy pronto Fleming llegó a la conclu**c**ión de que los hongos de peni**s**ilina en los platos habían destruido las bacterias. Hoy en día utili**s**amos la penicilina como un medicamento porque destrulle muchos tipos de bacterias pató**j**enas.

## ANEXO 2

### CONSENTIMIENTO PARA PARTICIPAR EN EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Guadalajara, Jalisco a \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2009.

**DR. ANDRÉS ANTONIO GONZÁLEZ GARRIDO**

**P R E S E N T E .**

Por medio de la presente autorizo que mi hijo (a) \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ participe en el proyecto denominado “Exploración electrofisiológica del reconocimiento de patrones visuales de palabras”, el cual fue aprobado por el Comité de Ética del Instituto de Neurociencias de la Universidad de Guadalajara. El objetivo general es estudiar la probable relación entre el reconocimiento de violaciones ortográficas, la frecuencia de las palabras y la exposición previa a las mismas con la actividad eléctrica cerebral.

Se me ha explicado que la participación de mi hijo (a) consistirá en asistir a dos sesiones de aproximadamente 2 horas de duración en las instalaciones del Instituto de Neurociencias. En dichas sesiones se realizarán pruebas de lápiz y papel sobre la velocidad y comprensión lectora, así como una versión corta de la escala de inteligencia WAIS.

Para el registro electrofisiológico se me explicó que mi hijo (a) no corre peligro alguno, que no se le administrará ningún tipo de medicamento, y que no se realizará ningún procedimiento que ponga en riesgo la salud física o emocional de mi hijo (a). En caso de requerirlo, el Dr. Andrés González Garrido se compromete a responder todas las dudas que surgieran sobre el procedimiento mencionado.

Consiento de manera voluntaria en la participación de mi hijo (a) siempre y cuando podamos desistir de la misma en cualquier momento, y se mantengan en estricta confidencialidad nuestros nombres y cualquier información que proporcionemos. Este consentimiento no libera a los investigadores o a la institución de su responsabilidad ética con nosotros.

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma del padre o tutor

ANEXO 3

**CUESTIONARIO NEUROLÓGICO**  
LABORATORIO DE NEUROFISIOLOGÍA CLÍNICA, INSTITUTO DE NEUROCIENCIAS

NOMBRE: \_\_\_\_\_ CODIGO: \_\_\_\_\_  
 FECHA NAC: \_\_\_\_\_ EDAD: \_\_\_\_\_ GRADO: \_\_\_\_\_ MANUALIDAD: \_\_\_\_\_  
 TELÉFONOS: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

➤ **DESARROLLO:**

Considera que fue normal el desarrollo:

Del lenguaje: \_\_\_\_\_

Motor: \_\_\_\_\_

Adaptación a la escuela: \_\_\_\_\_

Ha recibido tratamiento de:

Terapeuta de aprendizaje: \_\_\_\_\_

Psicólogo: \_\_\_\_\_ Psiquiatra: \_\_\_\_\_

Neurólogo: \_\_\_\_\_ Neurocirujano: \_\_\_\_\_

Motivo: \_\_\_\_\_

➤ **ANTECEDENTES PATOLÓGICOS:**

- Al momento del nacimiento presentó hipoxia o ictericia: \_\_\_\_\_

- Traumatismo cráneo-encefálico SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

Pérdida de conciencia SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

- Cefalea SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

- Crisis convulsivas SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

Tratamiento: \_\_\_\_\_

- Actualmente toma medicamento: SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

Diagnóstico y tiempo de tratamiento: \_\_\_\_\_

Edad al momento del evento: \_\_\_\_\_

Duración: \_\_\_\_\_ Secuelas: \_\_\_\_\_

Frecuencia: \_\_\_\_\_

Frecuencia: \_\_\_\_\_ Tipo: \_\_\_\_\_

Cuál: \_\_\_\_\_

- Necesita lentes, aparato para oír o tiene alguna dificultad para mover o usar alguna de sus extremidades:

- Algún familiar directo presentó en su infancia dificultades para aprender a leer o problemas de atención.

**INVENTARIO DE MANUALIDAD DE EDIMBURGO**

|                      | Siempre izquierda | Preferentemente izquierda | Sin preferencia | Preferentemente derecha | Siempre derecha |
|----------------------|-------------------|---------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|
| Escribir             |                   |                           |                 |                         |                 |
| Lanzar un objeto     |                   |                           |                 |                         |                 |
| Lavarse los dientes  |                   |                           |                 |                         |                 |
| Utilizar un cuchillo |                   |                           |                 |                         |                 |
| Comer con la cuchara |                   |                           |                 |                         |                 |
| Encender un cerillo  |                   |                           |                 |                         |                 |
| Usar el mouse        |                   |                           |                 |                         |                 |

|          |     |          |   |  |
|----------|-----|----------|---|--|
| Destreza | D-I | Destreza | - |  |
|          | D+I |          | + |  |

## ANEXO 4

### EVALUACIÓN INDIVIDUAL DE LA EJECUCIÓN LECTORA.

NOMBRE: \_\_\_\_\_ EDAD: \_\_\_\_\_ GRADO: \_\_\_\_\_

ESCUELA: \_\_\_\_\_ TEL.: \_\_\_\_\_

#### LOS EFECTOS DE LA ALTITUD

A nivel del mar o en lo alto de una montaña, la atmósfera siempre contiene el mismo nivel de oxígeno: 21%. Pero a medida que una persona asciende, experimenta una menor presión atmosférica porque las moléculas de oxígeno se separan, dificultando la respiración. A nivel del mar, la presión atmosférica impulsa el oxígeno desde los pulmones hacia la sangre y los tejidos. En mayores alturas, a medida que la presión decrece, este proceso se vuelve más lento. El cuerpo responde incrementando la cantidad de glóbulos rojos (que transportan el oxígeno) y aumentando la producción de la enzima que transfiere el oxígeno a los tejidos.

El ascenso a lo alto de una montaña puede producir alguna de las Enfermedades de Montaña que afectan en algún grado a todos los escaladores. Las quejas más frecuentes son por migrañas, náuseas y vómitos, vértigo e insomnio. Estas enfermedades generalmente no son graves, pero sus síntomas pueden ser indicadores precoces de inflamación pulmonar o cerebral. Si la presión en los pulmones de un alpinista aumenta demasiado, el plasma (líquido que forma parte de la sangre) puede llegar a filtrarse por los alvéolos pulmonares produciendo disminución respiratoria, dolores en el pecho, jadeos y tos. La mayoría de los casos fatales se presentan por encima de los 3,600 metros de altura.

El aumento de flujo sanguíneo en el cerebro, ocasionado por la necesidad de oxígeno, produce una hinchazón que puede ocasionar confusión, desorientación, somnolencia, alucinaciones y coma en los alpinistas. Es potencialmente mortal, pero los pacientes pueden recuperarse completamente si son atendidos inmediatamente en altitudes menores.

Cuando una persona permanece en las grandes alturas durante uno o dos meses, se incrementa la producción de glóbulos rojos, lo que provoca que la sangre se espese y podría causar coágulos en las arterias.

La altitud también puede producir dolor de muelas cuando una burbuja de aire se aloja dentro de los empastes dentales. Esto puede llegar a irritar un nervio, provocar la caída del empaste o incluso su explosión debido a la presión de la altura.

Cuanto más asciende una persona, más aumenta su exposición a la peligrosa radiación ultravioleta. En la cima del Everest se experimenta una exposición a los rayos UV 30 veces superior a la del nivel del mar, lo que podría ocasionar ceguera causada por la nieve o queratitis ultravioleta, además de quemaduras de sol, que representan un peligro real. Los escaladores deben utilizar bloqueadores con un FPS mínimo de 30 y aplicarlo por lo menos cada dos horas durante el día.

Un escalador que comienza a sentir pérdida de sensibilidad en alguna de sus extremidades debe tratar de calentarlas inmediatamente. El congelamiento puede ocasionar daños muy graves en los dedos de los pies y otras partes del cuerpo, que podrían llegar a hacer necesaria una amputación. La hipotermia es una reacción patológica del cuerpo a la baja temperatura que genera pérdida del juicio, torpeza, dificultades en el habla, debilidad, daño mental progresivo y, en última instancia pérdida de la cordura y disfunciones cardíacas.

Adaptado de: DISCOVERY CHANNEL. <http://www.tudiscovery.com/everest/altitud/interactivo/flash/noflash/index.shtml>

Tiempo: \_\_\_\_\_ Palabras x minuto (504): \_\_\_\_\_ Omisiones: \_\_\_\_\_ Modificadas: \_\_\_\_\_

Observaciones: \_\_\_\_\_

ANEXO 5

|    | <b>PALABRAS FRECUENTES</b> | <b>PALABRAS INFRECUENTES</b> | <b>SEUDOPALABRAS</b> | <b>EXPOSICIÓN</b> |
|----|----------------------------|------------------------------|----------------------|-------------------|
| 1  | Alianza                    | Albergue                     | Alhuja               | 1                 |
| 2  | Avance                     | Alzado                       | Baulla               | 1                 |
| 3  | Barra                      | Avena                        | Biceto               | 1                 |
| 4  | Bobina                     | Bizco                        | Bunaga               | 1                 |
| 5  | Ciego                      | Bostezo                      | Butro                | 1                 |
| 6  | Civil                      | Bulla                        | Cefro                | 1                 |
| 7  | Concepto                   | Carnaval                     | Celago               | 1                 |
| 8  | Convención                 | Cedro                        | Cobillo              | 1                 |
| 9  | Creación                   | Cursiva                      | Coheso               | 1                 |
| 10 | Decisión                   | Destello                     | Curresa              | 1                 |
| 11 | Falso                      | Erosión                      | Dova                 | 1                 |
| 12 | Fusión                     | Fervor                       | Flige                | 1                 |
| 13 | Gente                      | Fracaso                      | Fosila               | 1                 |
| 14 | Habido                     | Garbo                        | Frazo                | 1                 |
| 15 | Hablado                    | Gemido                       | Hatre                | 1                 |
| 16 | Hielo                      | Germen                       | Hoguefa              | 1                 |
| 17 | Iglesia                    | Grosor                       | Hulo                 | 1                 |
| 18 | Juicio                     | Hastío                       | Jelaso               | 1                 |
| 19 | Mayor                      | Hechizo                      | Jeva                 | 1                 |
| 20 | Motivo                     | Hereje                       | Lecia                | 1                 |
| 21 | Nivel                      | Hosco                        | Legebro              | 1                 |
| 22 | Noble                      | Lacayo                       | Lubato               | 1                 |
| 23 | Ojo                        | Nocivo                       | Masi                 | 1                 |
| 24 | Olvido                     | Precoz                       | Naya                 | 1                 |
| 25 | Proyecto                   | Sazón                        | Quese                | 1                 |
| 26 | Raíz                       | Terraza                      | Recile               | 1                 |
| 27 | Régimen                    | Trenza                       | Ruba                 | 1                 |
| 28 | Tendencia                  | Umbral                       | Simego               | 1                 |
| 29 | Vigilia                    | Virgen                       | Vadero               | 1                 |
| 30 | Villa                      | Zanja                        | Zodra                | 1                 |
| 31 | Ciencia                    | Alhaja                       | Bigadro              | 5                 |
| 32 | Consejo                    | Almacén                      | Cifogo               | 5                 |
| 33 | Criollo                    | Ámbar                        | Citre                | 5                 |
| 34 | Echado                     | Anzuelo                      | Ecefa                | 5                 |
| 35 | Embargo                    | Avispa                       | Frallo               | 5                 |
| 36 | Enlace                     | Bastilla                     | Frivego              | 5                 |
| 37 | Ensayo                     | Bohemio                      | Fube                 | 5                 |
| 38 | Expansión                  | Choza                        | Gabefa               | 5                 |
| 39 | Favor                      | Cinzel                       | Gamaya               | 5                 |
| 40 | Fácil                      | Conserje                     | Guaso                | 5                 |
| 41 | Gestación                  | Crisol                       | Guije                | 5                 |
| 42 | Hacienda                   | Fóvea                        | Huguela              | 5                 |
| 43 | Hierro                     | Fusible                      | Hurre                | 5                 |
| 44 | Hospital                   | Gavilán                      | Jacina               | 5                 |
| 45 | Huelga                     | Gerundio                     | Joza                 | 5                 |

ANEXO 5 (CONTINUACIÓN)

|    | <b>PALABRAS FRECUENTES</b> | <b>PALABRAS INFRECUENTES</b> | <b>SEUDOPALABRAS</b> | <b>EXPOSICIÓN</b> |
|----|----------------------------|------------------------------|----------------------|-------------------|
| 46 | Labor                      | Glaciar                      | Mibra                | 5                 |
| 47 | Leyenda                    | Granizo                      | Mosio                | 5                 |
| 48 | Mezcla                     | Honra                        | Nigido               | 5                 |
| 49 | Nervioso                   | Huacal                       | Nivo                 | 5                 |
| 50 | Nobleza                    | Larva                        | Odro                 | 5                 |
| 51 | Novela                     | Lazo                         | Precollo             | 5                 |
| 52 | Posición                   | Legión                       | Prefeso              | 5                 |
| 53 | Precio                     | Oval                         | Sahucio              | 5                 |
| 54 | Razón                      | Pinza                        | Sile                 | 5                 |
| 55 | Región                     | Proceso                      | Suñe                 | 5                 |
| 56 | Servicio                   | Urgido                       | Togozo               | 5                 |
| 57 | Tensión                    | Verdugo                      | Tringe               | 5                 |
| 58 | Valle                      | Yema                         | Vapreno              | 5                 |
| 59 | Viaje                      | Yugo                         | Vesigo               | 5                 |
| 60 | Virrey                     | Zafiro                       | Vuma                 | 5                 |

ANEXO 6

|    | <b>PALABRAS FRECUENTES<br/>SIN ERROR</b> | <b>PALABRAS FRECUENTES<br/>CON ERROR</b> |
|----|--|--|
| 1  | Avance                                   | Abido                                    |
| 2  | Barra                                    | Aliansa                                  |
| 3  | Ciego                                    | Birrey                                   |
| 4  | Ciencia                                  | Crioyo                                   |
| 5  | Civil                                    | Desisión                                 |
| 6  | Concepto                                 | Emvargo                                  |
| 7  | Consejo                                  | Enlase                                   |
| 8  | Convención                               | Ensallo                                  |
| 9  | Creación                                 | Expansión                                |
| 10 | Hablado                                  | Fabor                                    |
| 11 | Hacienda                                 | Falzo                                    |
| 12 | Hierro                                   | Fásil                                    |
| 13 | Hospital                                 | Fución                                   |
| 14 | Iglesia                                  | Hechado                                  |
| 15 | Labor                                    | Ielo                                     |
| 16 | Leyenda                                  | Jente                                    |
| 17 | Mayor                                    | Jestación                                |
| 18 | Nervioso                                 | Juisio                                   |
| 19 | Novela                                   | Mescla                                   |
| 20 | Ojo                                      | Motibo                                   |
| 21 | Olvido                                   | Nibel                                    |
| 22 | Posición                                 | Noblesa                                  |
| 23 | Proyecto                                 | Novle                                    |
| 24 | Raíz                                     | Presio                                   |
| 25 | Razón                                    | Réjimen                                  |
| 26 | Servicio                                 | Rejión                                   |
| 27 | Tensión                                  | Tendensia                                |
| 28 | Valle                                    | Uelga                                    |
| 29 | Viaje                                    | Viya                                     |
| 30 | Vigilia                                  | Vobina                                   |

ANEXO 6 (CONTINUACIÓN)

|    | <b>PALABRAS INFRECIENTES<br/>SIN ERROR</b> | <b>PALABRAS INFRECIENTES<br/>CON ERROR</b> |
|----|--|--|
| 1  | Alhaja                                     | Abispa                                     |
| 2  | Almacén                                    | Alvergue                                   |
| 3  | Alzado                                     | Ámvar                                      |
| 4  | Avena                                      | Ansuelo                                    |
| 5  | Bastilla                                   | Bosteso                                    |
| 6  | Bizco                                      | Buya                                       |
| 7  | Bohemio                                    | Chosa                                      |
| 8  | Carnaval                                   | Cinsel                                     |
| 9  | Cedro                                      | Desteyo                                    |
| 10 | Conserje                                   | Ereje                                      |
| 11 | Crisol                                     | Ferbor                                     |
| 12 | Cursiva                                    | Fóbea                                      |
| 13 | Erosión                                    | Fracazo                                    |
| 14 | Gemido                                     | Fuzible                                    |
| 15 | Germen                                     | Gabilán                                    |
| 16 | Hastío                                     | Garvo                                      |
| 17 | Hechizo                                    | Glasiar                                    |
| 18 | Hosco                                      | Graniso                                    |
| 19 | Huacal                                     | Grozor                                     |
| 20 | Lacayo                                     | Humbral                                    |
| 21 | Larva                                      | Hurgido                                    |
| 22 | Lazo                                       | Jerundio                                   |
| 23 | Oval                                       | Lejión                                     |
| 24 | Pinza                                      | Llema                                      |
| 25 | Precoz                                     | Nocibo                                     |
| 26 | Proceso                                    | Onra                                       |
| 27 | Verdugo                                    | Sasón                                      |
| 28 | Yugo                                       | Terrasa                                    |
| 29 | Zafiro                                     | Trensa                                     |
| 30 | Zanja                                      | Virjen                                     |

ANEXO 6 (CONTINUACIÓN)

|    | SEUDOPALABRAS<br>SIN ERROR | SEUDOPALABRAS<br>CON ERROR |
|----|----------------------------|----------------------------|
| 1  | Bigadro                    | Aluja                      |
| 2  | Bunaga                     | Atre                       |
| 3  | Citre                      | Bauya                      |
| 4  | Flige                      | Biseto                     |
| 5  | Fosila                     | Cobiyo                     |
| 6  | Fube                       | Coeso                      |
| 7  | Guije                      | Curreza                    |
| 8  | Hoguefa                    | Doba                       |
| 9  | Hulo                       | Esefa                      |
| 10 | Hurre                      | Fraso                      |
| 11 | Jeva                       | Frayo                      |
| 12 | Lecia                      | Fribego                    |
| 13 | Legebro                    | Gamalla                    |
| 14 | Naya                       | Gavefa                     |
| 15 | Nigido                     | Gelaso                     |
| 16 | Precollo                   | Guazo                      |
| 17 | Prefeso                    | Hodro                      |
| 18 | Quese                      | Jasina                     |
| 19 | Recile                     | Josa                       |
| 20 | Ruba                       | Luvato                     |
| 21 | Sahucio                    | Maci                       |
| 22 | Sile                       | Mivra                      |
| 23 | Simego                     | Mocio                      |
| 24 | Suñe                       | Nibo                       |
| 25 | Togozo                     | Selago                     |
| 26 | Vadero                     | Trinje                     |
| 27 | Vapreno                    | Uguela                     |
| 28 | Vesigo                     | Vutro                      |
| 29 | Vuma                       | Zefro                      |
| 30 | Zodra                      | Zifogo                     |