

51963



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

---

---

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
"ZARAGOZA"

MAESTRIA EN NEUROPSICOLOGIA

ESTUDIO NEUROPSICOLOGICO DE LA  
MEMORIA SEMANTICA MEDIANTE  
LOS POTENCIALES RELACIONADOS A  
UNA TAREA DE DECISION LEXICA  
EN UN GRUPO DE SUJETOS SANOS

T E S I S  
PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRIA EN NEUROPSICOLOGIA  
P R E S E N T A  
MARIA ESTHER BALDERAS CRUZ

ASESOR: MTRA. GABRIELA GALINDO Y VILLA MOLINA



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

**ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA**

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

NOMBRE: María Esther Calderas  
Cruz

FECHA: 19 Octubre 2004

FIRMA: M<sup>te</sup> Esther Calderas Cruz

Con todo mi amor, respeto y admiración  
a mi mamá por su cariño y apoyo incondicional.

A Jaime por su amor, comprensión y formar parte de mi vida.

A todas aquellas personas que han contribuido a mi  
crecimiento tanto académico como personal,  
especialmente a mis amigas (os)  
del Instituto,  
y a las que han permanecido a lo largo  
del tiempo y del espacio.

A Gaby Galindo y a la Dra, Josefina Ricardo  
por su asesoría, su paciencia,  
sus consejos y su amistad.

## INDICE

**Resumen**

**Abstract**

**Introducción**..... 1

### **Capítulo 1.**

La memoria semántica..... 3

La tarea de decisión léxica..... 6

Potenciales relacionados a eventos, en el estudio del reconocimiento  
de los significados..... 8

### **Capítulo 2. Método**

Planteamiento del problema..... 16

Objetivos..... 16

Tipo de investigación..... 16

Variables..... 16

Instrumentos de medición..... 17

Sujetos..... 18

Material..... 18

Procedimiento..... 18

Análisis de resultados..... 19

**Capítulo 3. Resultados conductuales y electrofisiológicos**..... 22

**Capítulo 4. Conclusiones**..... 27

**Bibliografía**..... 32

## Resumen

El conocimiento del significado de las palabras es uno de los procesos centrales de la memoria semántica. En el presente estudio se utilizó un paradigma de decisión léxica a partir del reconocimiento de palabras en contraste con pseudopalabras con el propósito de evaluar la memoria semántica. La muestra estudiada estuvo conformada por 32 sujetos sanos y se obtuvo el registro del electroencefalograma (EEG) y los potenciales relacionados a eventos (PREs) para los subestados: palabra y pseudopalabra. Los datos conductuales indicaron que la escolaridad guarda relación con el reconocimiento de las palabras y que éstas se reconocen más rápido que las pseudopalabras. Para determinar las diferencias entre los PREs promedios de ambos subestados, se aplicó la prueba t de Student con la corrección de Bonferroni, con un nivel de significancia de  $p < 0.0002$ . Los PREs promedios muestran diferencias significativas entre los dos subestados, este resultado no se ve afectado por la edad ni por el sexo de los sujetos. El hallazgo más importante fue la presencia de un componente negativo con una latencia entre los 375 y 495 milisegundos y un componente positivo entre los 700 y 795 milisegundos, el primero se ha relacionado con la memoria semántica y el segundo con procesos atencionales.

## **Abstract**

Knowledge of the meaning of words is one of the main tasks of semantic memory. The present study used a lexical decision paradigm in order to evaluate semantic memory through the recognition of words opposite of pseudowords. A sample of 32 healthy volunteers was used to obtain an electroencephalogram (EEG) and event related potentials (ERP) for both substates: words and pseudowords. The behavioral data shows that the degree of education is related to the recognition of word and that these are recognized faster than pseudowords. In order to explore the differences between the averages ERP of both substates, a Student's t corrected by Bonferroni ( $p < 0.0002$ ) was used. The difference between both substates was statically significant; this result was not affected either by age or gender of the subjects. However the presence of a negative component between 375 - 495 milliseconds and a positive component between the 700 - 795 milliseconds was the main finding. The first one has been related with the semantic memory while the second one with attentional processes.

# **ESTUDIO NEUROPSICOLOGICO DE LA MEMORIA SEMANTICA MEDIANTE LOS POTENCIALES RELACIONADOS A UNA TAREA DE DECISION LEXICA EN UN GRUPO DE SUJETOS SANOS**

## **INTRODUCCION**

De acuerdo con los modelos cognoscitivos, un proceso léxico fundamental es el de asignar significado a las palabras y este ha sido estudiado mediante paradigmas de decisión léxica, en donde se solicita al sujeto que decida, tan rápido como le sea posible, si el estímulo que se le presenta es o no, una palabra. Para llevar a cabo esta actividad, se necesita tener acceso a la información almacenada en la memoria semántica (en la cual están representados los significados de las palabras) para así poder emitir un juicio (Bentin et al., 1999; Ellis y Young, 1989; Ober y Shenaut, 1988; Silva-Pereyra et al., 1999).

Asimismo, la incorporación de técnicas de registro electrofisiológico como son los PREs, han contribuido al estudio de diversos procesos cognoscitivos como lo son el lenguaje y la memoria. Dentro de este enfoque, hacia los años 80 se inicia una nueva línea de investigación a partir de los estudios realizados por Kutas, Hillyard y Gazzaniga (1988), en donde se establece que los aspectos semánticos del procesamiento del lenguaje están principalmente relacionados con una onda negativa que aparece alrededor de los 400 milisegundos y que surge bajo diversas condiciones metodológicas entre las que se encuentran el uso del facilitador semántico a partir de la comprensión de oraciones o bien en tareas de decisión léxica.

Sin embargo, en la actualidad existen pocas investigaciones que se enfoquen al estudio de los cambios de los PREs generados a partir del procesamiento de la palabra per se y no dentro del contexto de las oraciones. Otro aspecto a considerar es que la mayoría de estos estudios han empleado un idioma diferente al español.

El único estudio del que se tiene referencia con estas características es el que llevo a cabo Marcos (1998), en donde obtuvo el registro de EEG y PREs de 12 sujetos femeninos, sanos y estudiantes de licenciatura. Al igual que otros autores, sus resultados indican que existe una respuesta cerebral diferente para el reconocimiento de ambos estímulos (palabra vs pseudopalabra). Pero en base a los objetivos de su investigación solo analizo los potenciales tempranos de la actividad

frente a la tarea, llegando a inferir que el procesamiento semántico de las palabras debía iniciar después de los 300 milisegundos.

Por lo anterior, surge el interés de estudiar dentro de un contexto neuropsicológico, la memoria semántica a partir del reconocimiento visual de las palabras en combinación con el registro de los PREs pero analizando los potenciales tardíos, es decir, a partir de los 300 milisegundos, ya que se ha señalado que los procesos cognoscitivos de más alto nivel ocurren tardíamente y ese es el caso del reconocimiento de palabras.

## **Capítulo 1**

### **LA MEMORIA SEMANTICA**

En los últimos años el estudio de la memoria ha sido un área de gran interés para los investigadores, en parte porque en muchos padecimientos neurológicos y psiquiátricos, se identifican alteraciones en esta función cognoscitiva (Baddeley, Wilson y Watts, 1995).

De acuerdo con Lezak (1995), la memoria es una de las funciones centrales de la actividad intelectual, está conformada por un gran número de subsistemas o módulos interconectados entre sí y puede ser definida como el proceso mental que permite al individuo almacenar sus experiencias y percepciones aprendidas en el transcurso del tiempo y recuperarlas cuando es necesario (Baddeley et al., 1995; Strub y Black, 1989; Tamaroff y Allegri, 1995). Existen al menos dos sistemas distintos de memoria. El primero, se conoce como "memoria declarativa", definida como la capacidad para aprender acerca de y recordar o reconocer información sobre objetos y eventos de experiencias previas; es decir, hace referencia al "conocimiento de algo". El segundo sistema, denominado "memoria de procedimientos", es filogenéticamente más antiguo que el primero y hace referencia al aprendizaje de las conexiones entre los estímulos y las respuestas, se define como el conocimiento de "cómo hacer algo" (Gagné, 1991; Tamaroff y Allegri, 1995).

En el sistema de memoria declarativa, se identifican tres diferentes estadios de almacenamiento: 1. el registro o memoria sensorial; 2. la memoria a corto plazo o primaria, con dos componentes, la memoria inmediata y la memoria operativa o de trabajo; y 3. la memoria a largo plazo o secundaria. Además, la memoria declarativa posee diferentes elementos, dentro de los que destaca la memoria semántica, que contiene el conocimiento de los objetos, de los hechos y de los conceptos, así como de las palabras y de sus significados, tema central de este trabajo de investigación (Lezak, 1995).

El conocimiento acumulado dentro de la memoria semántica, comúnmente se adquiere repetidamente a lo largo de los años y está almacenado como una colección de símbolos, o como un conjunto de atributos semánticos, que pueden ser combinados sobre la base de la relación sujeto-predicado (Azcoaga, 1993; Ellis y Young, 1989; Hodges, Patterson, Oxbury y Funnell, 1992; Ober y Shenaut, 1988; Sutker y Adams, 1993; Takehiko, Ronald y Petersen, 1991).

El conocimiento de las palabras y de sus significados se organiza dentro del sistema cognoscitivo, lo que reduce la complejidad y la variabilidad de las propiedades y los cambios del mundo externo, a una estructura de conceptos limitada, que permite categorizar la información; así, los conceptos no son construcciones mentales arbitrarias (De Vega, 1992; Gagné, 1991). Las categorías tienen diferentes grados de abstracción e inclusividad y se relacionan entre sí constituyendo sistemas jerárquicos que se denominan taxonomías, que a su vez tienen tres niveles de abstracción: las categorías básicas, que corresponden a los objetos de nuestro mundo perceptivo; las categorías subordinadas, que incluyen a las categorías básicas y tienen un mayor grado de inclusividad y de abstracción; y en el nivel de mayor inclusividad y de mayor abstracción, se encuentran las categorías superordinadas. Desde la perspectiva evolutiva, se postula que la adquisición y el uso de categorías básicas es más temprana, que la de los niveles subordinados y superordinados (De Vega, 1992; Puente, Poggioli y Navarro, 1995).

Las categorías, además de organizarse jerárquicamente según niveles de inclusividad (dimensión vertical), tienen una estructura interna (dimensión horizontal); es decir, se sabe que los miembros de una categoría no son equivalentes en cuanto a su representatividad, sino que en cada una de ellas, existen elementos más representativos, que sirven como punto de referencia de toda la categoría, mientras que los menos representativos, pueden a veces incluirse en otras (De Vega, 1992).

Por otro lado, la neuropsicología cognoscitiva considera a la memoria semántica como un sistema modular, integrado por tres elementos básicos en relación con su organización interna. 1) Organización por categorías: las descripciones conceptuales están agrupadas en categorías (animales, frutas, seres vivos, etc.) y dentro de cada una existen elementos que son más representativos de sus atributos. 2) Organización en forma jerárquica: no se tiene acceso al mismo tiempo a todo el conocimiento que pertenece a un concepto de la memoria semántica; por ejemplo, el concepto "colibrí" será rápidamente categorizado dentro de una instancia superordinada inmediata (pájaro) que en una más distante (animal). 3) Organización en términos de asociación semántica: los conceptos no están aislados, al activarse un concepto se activan otros relacionados en función de su similitud o de su distancia semántica.

La investigación dentro del marco neuropsicológico cognoscitivo, ha establecido diversas disociaciones en la representación del conocimiento semántico: la primera se encuentra entre el conocimiento del significado de las palabras y el conocimiento acerca de los objetos; la segunda, entre el conocimiento acerca de conceptos concretos (que están relacionados a propiedades sensoriales) y el conocimiento acerca de conceptos abstractos; y por último, entre el conocimiento acerca de las propiedades sensoriales de los objetos y el conocimiento de sus propiedades funcionales (Baddeley et al., 1995; Farah y McClelland, 1991; Warrington y Shallice, 1984).

Desde el punto de vista neuropsicológico, la memoria semántica se relaciona con la actividad de las partes anterior, inferior y lateral del lóbulo temporal izquierdo, que juegan un papel esencial en la recuperación de la información previamente aprendida. El conocimiento referente a las categorías conceptuales está relacionado con estructuras localizadas en la parte más posterior, mientras que el conocimiento de los elementos que pertenecen a una categoría específica, organizados dentro de una estructura jerárquica, se relaciona con la actividad de las zonas más anteriores (Tranel y Damasio, 1995).

Los estudios de imagen señalan que la corteza prefrontal inferior izquierda es crucial en la recuperación de la memoria semántica, particularmente del conocimiento de las palabras, sus significados y sus formas fonológicas. Con base a los resultados obtenidos por la tomografía por emisión de positrones y por la resonancia magnética funcional, algunos investigadores han propuesto que las porciones anteriores de la corteza prefrontal inferior izquierda (áreas 10 y 47) están específicamente involucradas en el procesamiento semántico, mientras que la activación de las regiones posteriores (área 44) esta relacionada con mecanismos más generales de recuperación de la palabra o con el procesamiento fonológico (Swick, 1998).

Grossman et al. (1997) en un estudio con SPECT, encuentran que el procesamiento semántico esta asociado con los lóbulos parietal inferior izquierdo y temporal superior. Asimismo, se ha demostrado que la activación de las áreas parietales (lóbulo parietal inferior y giro angular) y las partes lateral (principalmente el área de Wernicke) y medial (giro fusiforme) del lóbulo temporal posterior, están asociados con el procesamiento léxico y/o semántico. La corteza prefrontal (principalmente el área de Broca) y el giro cingular anterior, parecen estar mas

involucradas en tareas que demandan de atención y de la selección de información verbal (Guillem, Rougier y Claverie, 1999; Muller, Kleinmans y Courchesne, 2003).

Finalmente, a partir del conocimiento teórico se han desarrollado estrategias específicas para evaluar la memoria semántica, entre las que se encuentran técnicas directas, tales como la denominación de objetos, la definición de palabras, el apareamiento de palabra-fotografía, la generación de ejemplos a partir de una categoría semántica, el completar oraciones, tareas de juicios de pertenencia categorial, o ejercicios de decisión léxica (Barba, Frasson, Mantovan, Gallo y Denes, 1996; Kutas et al., 1988; Ober y Shenaut, 1988; Schwartz, Kutas, Butters, Paulsen y Salmon, 1996).

## **LA TAREA DE DECISION LEXICA**

La memoria semántica es la red asociativa del conocimiento permanente acerca del mundo adquirido a lo largo de la vida e incluye el manejo de las reglas del lenguaje y del vocabulario. Para cualquier tipo de proceso cognoscitivo se requiere de la información contenida en la memoria semántica y particularmente en una tarea de decisión léxica, en donde el sujeto necesita tener acceso a esta información, para que a partir de ella pueda emitir juicios (Ober y Shenaut, 1988).

La tarea de decisión léxica consiste en presentar al sujeto un estímulo (auditivo o visual), con el propósito de que indique, tan rápido como le sea posible, si el estímulo es o no una palabra con significado. Por ejemplo, mientras la palabra "árbol" es una palabra con significado, "tumi" carece de él. Dentro del conjunto de las no palabras o palabras sin significado, algunas tienen la forma que permite catalogarlas como pseudopalabras; es decir, palabras inexistentes o sin significado, cuya escritura o sonido, respeta las reglas de la estructura fonológica y silábica de las palabras del idioma en cuestión, en este caso el español. Así, los sujetos deciden que es una palabra porque la reconocen automáticamente o bien, debido a que pueden atribuirle algún significado. Mientras que a las pseudopalabras, las rechazan por la imposibilidad de reconocerlas o atribuirles un significado.

En una tarea de decisión léxica comúnmente se obtienen dos tipos de registro, el número total de aciertos o de errores en la tarea y la latencia de

respuesta promedio frente a los estímulos (Marcos, 1998; Silva-Pereyra et al., 1999).

Mediante una tarea de decisión léxica se evalúa el reconocimiento de las palabras, proceso en el que distintos autores señalan, que la frecuencia de la palabra es un factor determinante en la precisión y en la rapidez con la que se le identifica. Los modelos teóricos sobre el reconocimiento y la producción de las palabras, parten del postulado de que cuanto más frecuente es la palabra, se le reconoce con mayor velocidad y facilidad (Morton, 1969; McClelland y Rumelhart, 1981; Seidenberg y McClelland, 1989).

Por otra parte, la frecuencia y la edad de adquisición de las palabras están claramente relacionadas, pues las palabras que un sujeto aprende en forma temprana en su vida, tienden a ser aquellas que se presentan con mayor frecuencia en su lenguaje como adulto. Desde el punto de vista neuropsicológico, se sostiene que el procesamiento de las palabras adquiridas en las primeras etapas del desarrollo, involucra la activación de un mayor número de neuronas, que aquellas que se aprenden en forma tardía; así, la cantidad total de activación inducida por las palabras difiere y por ello la velocidad de la decisión léxica es distinta, en función de la frecuencia de la palabra a reconocer. Sin embargo, en la tarea de decisión léxica, la frecuencia de la palabra juega un papel importante al decidir si un conjunto de letras escritas es o no una palabra, pero no parece mantener relación con la decisión frente a un conjunto de sonidos del lenguaje, que habrán de ser reconocidos o no, como una palabra (Fiebach, Friederici, Muller, Von Cramon y Hernández, 2003; Perea, Rosa y Gómez, 2003; Turner, Valentine y Ellis, 1998).

En las tareas de decisión léxica sobre palabras escritas, los sujetos normales toman menos tiempo para clasificar palabras de alta frecuencia que de baja frecuencia; asimismo, pueden clasificar más rápidamente un conjunto de letras sin sentido, que no-palabras o pseudopalabras similares a palabras reales en su ortografía (Ober y Shenaut, 1988). De esta manera, parece existir acuerdo sobre el hecho de que la velocidad en la respuesta en tareas de decisión léxica visual, se ve afectada tanto por el momento de la adquisición de la palabra, como por su frecuencia (Ober y Shenaut, 1988; Turner et al., 1998).

Desde el punto de vista cognoscitivo, el reconocimiento visual de una palabra es un proceso complejo que involucra diversas operaciones: la decodificación visual de las letras; la transformación de las formas de las letras dentro de una secuencia

de patrones ortográficos y de grafemas; y la activación de estructuras léxico/fonológicas y de sus significados. De igual forma, se ha señalado que el reconocimiento visual de la palabra incluye diferentes niveles en los que la información impresa es procesada. 1) Un nivel ortográfico, en el cual las características visuales son integradas para representar patrones ortográficos. 2) Un nivel léxico en el que la representación fonológica de la palabra impresa es activada y 3) Un nivel semántico en el que se tiene acceso al significado de la palabra (Bentin, Mouchetant-Rostaing, Girad, Echallier y Pernier, 1999).

Finalmente, se encuentra que en los modelos cognoscitivos de reconocimiento de las palabras, se asume una división entre el acceso al léxico, la selección del léxico y la integración de las palabras. El acceso al léxico es descrito como un proceso automático, mientras que la integración de la palabra como uno controlado. El acceso al léxico involucra el proceso de computar la representación de una forma en su correspondiente ruta de entrada en el léxico mental y resulta en la activación de un subconjunto de elementos del léxico, junto con sus atributos semánticos y sintácticos. La integración se refiere al proceso que específicamente integra un elemento léxico dentro de una representación con significado de alto orden, como en la oración completa o en el discurso (Silva-Pereyra et al., 1999).

## **POTENCIALES RELACIONADOS A EVENTOS, EN EL ESTUDIO DEL RECONOCIMIENTO DE LOS SIGNIFICADOS**

Durante los últimos años la teoría neuropsicológica se ha enriquecido a partir de la incorporación de las nuevas técnicas de registro electrofisiológico en el estudio de la actividad cognoscitiva. Según Posner (1978), la "cronometría mental" se define como el curso en el tiempo del procesamiento de la información en el sistema nervioso y su objetivo es establecer la relación entre el cerebro y la mente, a través de los potenciales que registran este curso temporal del procesamiento de la información en el cerebro humano. En este sentido, los estudios de potenciales se han empleado cada vez más dentro de contextos teóricos derivados directamente de la psicología cognoscitiva, en donde el potencial relacionado a un evento, es el resultado de los cambios en el voltaje específicamente vinculados con la respuesta del cerebro al estímulo.

En términos generales se acepta, que los potenciales relacionados a un evento reflejan la actividad que se origina dentro del cerebro, pero todavía no se comprende del todo, la relación entre lo que ocurre en el sistema nervioso y lo que se observa en el registro, aún cuando existe acuerdo en torno a: 1. El potencial representa redes de campos eléctricos asociados con la actividad de poblaciones considerables de neuronas. 2. Las neuronas individuales que integran estas poblaciones deben estar sincrónicamente activas, con cierta configuración geométrica, de tal forma que producen campos eléctricos individuales que se suman y crean un campo bipolar (con cargas positivas y negativas) susceptible de ser medido sobre el cráneo. 3. Las consideraciones biofísicas y neurofisiológicas sugieren que las características morfológicas de la onda de los potenciales relacionados a un evento reflejan principalmente los potenciales postsinápticos (dendríticos), más que potenciales de acción de los axones.

Por otra parte, los eventos eléctricos cerebrales son el reflejo de estados internos, a los que no se tiene acceso a través de la introspección o de la observación conductual. Pueden ocurrir antes, después o en ausencia de una respuesta conductual y tener una latencia precisa susceptible de ser medida. En situaciones experimentales se ha visto que los eventos eléctricos cerebrales sólo se ven afectados por las demandas perceptuales, mientras que el tiempo de reacción refleja la suma de las demandas perceptuales y las motoras. Por eso, ambas medidas, el tiempo de reacción y la latencia del evento eléctrico cerebral, deben usarse en conjunto, para validar la secuencia de la interacción entre los eventos. Así, los potenciales dan la posibilidad de monitorear los eventos eléctricos cerebrales en un tiempo real con resolución de milisegundos y de localizarlos en el dominio de un espacio (Connolly, D'Arcy, Newman y Kemps, 2000; Reinvang, 1999).

La medición de los potenciales se basa en sus componentes. Después de extraer la señal, el análisis se centra en la característica o rasgo de la forma de la onda (por ejemplo, un pico o una depresión) y esta característica se convierte entonces en el componente de interés, mismo que se hipotetiza, refleja la activación máxima de un proceso cerebral específico asociado con una tarea en particular en el procesamiento de información. En estos casos, la medición del rasgo se determina a partir de su amplitud (medida en  $\mu\text{V}$ ) y de su latencia (medida en milisegundos). Existen componentes exógenos que se obtienen siempre en relación

a la presencia de un estímulo externo, varían de acuerdo a las características físicas de éste y tienden a ocurrir casi después de la aparición del mismo. En contraste, los componentes endógenos ocurren tardíamente y pueden o no suceder ante la presencia de un estímulo, dependiendo del experimento (Brandeis y Lehmann, 1986).

En el estudio de la actividad cognoscitiva destacan los componentes N200, P300, N400 y P600 entre otros. El componente N200 se ha relacionado específicamente con los estímulos ortográficos; Nobre, Allison y McCarthy (1994) postulan, con base a sus resultados de investigación, que existe un mecanismo visual encargado de procesar los estímulos ortográficos, que se manifiesta a través de un componente negativo, hacia los 200 milisegundos, mientras que el análisis de la semántica de las palabras, se asocia con potenciales negativos posteriores a los 200 milisegundos. Por su parte, Bentin et al. (1999), mediante una tarea de procesamiento visual, reportan que un estímulo ortográfico evoca un componente N170 mayor en la región posterior del hemisferio cerebral izquierdo, mientras que el N170 evocado por estímulos no ortográficos, es mayor en la parte posterior del hemisferio cerebral derecho.

Por otro lado, el P300 es un componente endógeno, que ocurre con una latencia de 300 milisegundos y se localiza comúnmente en la región parietal. No obstante, su latencia puede variar de acuerdo con la condición experimental; es posible registrarlo tardíamente hacia los 450 milisegundos después de la aparición del estímulo. A este componente también se le relaciona con el grado de probabilidad en que aparece el estímulo y con la relevancia de la tarea; es independiente de las características físicas del estímulo y se evoca cuando se requiere de un procesamiento controlado (Brandeis y Lehmann, 1986; Connolly y D'Arcy, 2000; Connolly et al., 2000).

En torno al P300 se ha distinguido entre un componente fronto-central (P3a) y un componente centro-parietal (P3b). El primero se cree que es el reflejo de la activación de las reacciones cerebrales a eventos no esperados, sorpresa; mientras el segundo parece estar asociado con el proceso de categorización de la tarea, dentro del que se discrimina entre el estímulo blanco y el que no lo es. Diversos estudios sugieren que la latencia del pico de la P3b puede ser usada como una evaluación temporal métrica para el estímulo, mientras que su amplitud está determinada por diversos factores tales como: el grado de dificultad de la tarea y la

variación en la latencia de la respuesta a lo largo de los ensayos; la cantidad de recursos atencionales invertidos en la tarea; y los parámetros del diseño (la frecuencia relativa de los estímulos blanco o su rasgo físico) (Bentin et al., 1999; Canseco-González, 2000; Hegerl, 1999; Polich, 1999).

Otro componente dentro de la familia de los potenciales relacionados a eventos es el N400. Por más de una década se ha establecido que los aspectos semánticos del procesamiento del lenguaje están principalmente relacionados con una onda negativa evocada alrededor de los 400 milisegundos después de la aparición del estímulo, misma que recibe el nombre de N400. El N400 es un componente endógeno, que aparece en una gran variedad de circunstancias asociadas con funciones del lenguaje; por ejemplo, en tareas de decisión léxica, en el uso del facilitador semántico, o bien, en el proceso de comprensión de oraciones dentro de un contexto. Este componente no se ve afectado por las manipulaciones gramaticales, no es evocado por símbolos no lingüísticos ni por los estímulos denominados como no-palabras. (Angrilli et al., 2002; Bentin et al., 1999; Connolly et al., 2000; Friederici, Steinhauer y Frisch, 1999; Friederici, Kotz, Werheid, Hein y Von Cramon, 2003; Hagoort, Wassenaar y Brown, 2003; Osterhout, Allen, McLaughlin e Inoue, 2002; Silva-Pereyra et al., 1999; Weisbrod et al., 1999; West y Holcomb, 2002).

Dentro del contexto lingüístico el N400 se ha utilizado en asociación con el paradigma del "estímulo facilitador", a través del cual se "facilita" la evocación de un estímulo particular, bajo la hipótesis de que la amplitud del N400 está inversamente relacionada con el grado de expectancia semántica y directamente vinculado con el proceso de integración léxica y con el esfuerzo requerido para integrar las palabras a su contexto semántico (Anderson y Holcomb, 1995; Caplan, 1992; Chiarello y Richards, 1992; Castañeda, Ostrosky, Pérez, Rangel y Bobes, 1999; Chiarello, Senehi y Nuding, 1987; De Vincenzi et al. 2003; Ober y Shenaut, 1988; Pietrowsky et al., 1996; Puente et al., 1995; Schwartz et al., 1996; Weisbrod et al., 1999).

En términos generales, de acuerdo con Holcomb (1993), se considera que el N400 presenta una amplitud menor frente a las palabras blanco relacionadas con un estímulo facilitador, porque el detector lexical para el estímulo blanco se beneficia de la expansión de la activación asociada con el procesamiento del facilitador. Sin embargo, si el blanco es precedido por un estímulo no relacionado, se requieren

más recursos para detectar el blanco, hecho que se refleja a través del incremento en la amplitud del N400 para estas palabras.

La distribución sobre el cráneo del N400 parece variar de acuerdo con la tarea: evocado por la incongruencia semántica en oraciones, el N400 es mayor sobre las regiones centro-parietales y ligeramente mayor sobre el hemisferio derecho en comparación con el izquierdo. En contraste, cuando es evocado por palabras aisladas, tiene una distribución más anterior, con un máximo sobre los sitios frontal o central y una amplitud mayor sobre el hemisferio izquierdo que sobre el derecho. En un estudio reciente, mediante el registro intracraneal de potenciales, se encontró una distribución mayor en la parte antero-medial del lóbulo temporal del N400, sugiriendo la existencia de uno o varios generadores neurales profundos, bilateralmente distribuidos en esta región y asociados con el procesamiento semántico (Anderson y Holcomb, 1995; Bentin et al., 1999; Munte, Heinze, Matzek, Wiering y Johannes, 1998). Kiefer, Weisbrod, Kern, Maier y Spitzer (1998) usaron una tarea de pares de palabras, aquellas que estaban relacionadas directamente mostraron un efecto facilitador en los sitios fronto-temporal inferior en ambos hemisferios, mientras que las palabras relacionadas indirectamente solo tuvieron efectos de facilitación sobre el hemisferio derecho. Los autores apoyan la hipótesis de que el sistema semántico del hemisferio derecho esta involucrado en el procesamiento de la información semántica.

Con el empleo de la resonancia magnética funcional, Friederici, Ruschemeyer, Hahne y Fiebach (2003) reportan que el procesamiento de alteraciones semánticas en las oraciones yace principalmente en la porción media de la región temporal superior y en la corteza insular de ambos hemisferios. Kiehl, Laurens y Liddle (2002) al comparar la activación ante palabras congruentes e incongruentes al final de una oración, encontraron que existe una mayor activación para estas últimas en la corteza frontal inferior bilateral y temporal infero-medial, corteza frontal izquierda, giro fusiforme posterior izquierdo y corteza bilateral motora. Por su parte, Kuperberg, Holcomb et al. (2003) señalan que las anomalías pragmáticas están asociadas con un incremento en la respuesta hemodinámica en las regiones del temporal izquierdo y frontal inferior y un decremento en la respuesta de la corteza parietal medial derecha.

En el terreno particular del reconocimiento del significado de las palabras, se ha señalado que existe una actividad neurofisiológica diferente para procesar

palabras y pseudopalabras (Marcos, 1998). Swick y Knight (1997) observaron una asimetría hemisférica en el procesamiento de palabras y pseudopalabras durante una tarea de decisión léxica, en donde los efectos de repetición fueron mayores sobre el hemisferio izquierdo para las palabras y sobre el derecho para las no palabras. Asimismo, a partir de los hallazgos en neuropsicología se ha propuesto que los sustantivos y los verbos son procesados en redes corticales distintas. Haan, Streb, Bien y Rösler (2000) utilizaron los PREs para estudiar si los verbos y los sustantivos activan topográficamente zonas corticales diferentes. Los datos obtenidos no reflejaron diferencias significativas confiables en el gran promedio del efecto N400 para sustantivos y verbos. Sin embargo, aunque no fue significativa la amplitud máxima del N400, éste se localizó predominantemente en el área parieto-central y se observaron, además, diferencias sobre la parte temporal posterior de ambos hemisferios.

De acuerdo con la hipótesis de integración, la amplitud del N400 refleja la facilidad con la que se emplean varias fuentes de conocimiento (por ejemplo, léxica, sintáctica y semántica) para formar una representación del discurso integrado. Diversos autores concluyen que el efecto del N400 observado en tareas de pares mediados-relacionados o directos, apoya la hipótesis de que este componente está relacionado con procesos controlados (Bentin et al., 1999; Friederici et al., 1999; Silva-Pereyra et al., 1999). Haan et al. (2000) concuerdan con esta hipótesis, pero señalan que no se debe descartar que al menos alguna variación en el efecto N400, puede estar relacionado con la activación automática de las representaciones en la memoria (Anderson y Holcomb, 1995; Hill, Strube, Roesch-Ely y Weisbrod, 2002).

Con respecto a lo anterior, Posner y Snyder (1975) proponen que existen dos procesos distintos para la recuperación de la información semántica. El primero, es una activación automática difusa, que es evocada por un estímulo. Se ha sugerido que la activación en la corteza posterior puede reflejar este proceso y que la cantidad de activación difusa que se necesita para acceder a la representación de los estímulos en la memoria también tiene una influencia en la amplitud del N400. El segundo proceso, ejerce un "control estratégico", parecido al "sistema atencional supervisor" de Shallice y al componente "ejecutivo central" de la memoria de trabajo descrito por Baddeley (1986) y cuyo substrato anatómico se localiza en la corteza frontal.

En el contexto de las oraciones, similar al efecto del "facilitador semántico", la congruencia sintáctica facilita el procesamiento de la palabra, mientras que la incongruencia la inhibe. El componente mas prominente evocado por anomalías sintácticas es una onda positiva que aparece alrededor de los 600 milisegundos después de la presentación del estímulo (P600) y se localiza en la región centro-parietal (Angrilli et al., 2002; Canseco-González, 2000; De Vincenzi et al. 2003; Friederici et al., 1999; Hagoort et al., 2003; Harris, Wexler y Holcomb, 2000; Osterhout et al., 2002). Munte et al. (1998) al emplear alteraciones sintácticas encontraron una negatividad de amplitud pequeña que tenia una distribución frontocentral.

Hay evidencia que sugiere que el P600 es miembro de la familia de P300, específicamente del P3b, aunque existe debate en torno a ello, debido a que los estudios que han abordado el tema, han utilizado diferentes estrategias metodológicas, como es la manipulación de la probabilidad de aparición de los estímulos (Coulson, King y Kutas, 1998).

Se considera que el P600 puede reflejar un proceso de re análisis estructural y de reparación, el cual tiene lugar una vez que el sujeto encuentra un error gramatical dentro del contexto de las oraciones (presentadas visual o auditivamente), para construir una representación con significado de la oración (Canseco-González, 2000; Friederici et al., 1999; Kaan y Swaab, 2003; Kuperberg, Sitnikova, Caplan y Holcomb, 2003; Schmitt, Lamers y Munte, 2002).

Hagoort y Brown (2000) señalan que el P600 consta de dos fases, en la primera existe una distribución antero-posterior relativamente igual y en la segunda una distribución marcada en la región posterior. Su interpretación es que la primera fase, es una indicación de una integración estructural compleja, mientras que la segunda fase indica una falla en las operaciones de análisis y /o un intento de re análisis.

Además, se ha reportado la existencia de otro componente que se ha correlacionado con las alteraciones en la estructura de la frase: una negatividad anterior izquierda temprana que inicia aproximadamente a los 250 milisegundos, que se genera por estímulos (oraciones o pares de palabras) tanto visuales como auditivos, y se asume que corresponde a un primer paso para el proceso de análisis y es automático, mientras que la P600 refleja un segundo paso para llevar a cabo el

proceso de re análisis y es mas controlado (Canseco-González, 2000; Gunter, Friederici y Schriefers, 2000; Hagoort et al., 2003; Hahne y Friederici, 1999).

Con el uso de la resonancia magnética funcional, Kuperberg, Holcomb et al. (2003) describen un incremento de la actividad en la región parietal latero-medial bilateral y un decremento en las regiones temporal izquierda y frontal inferior, ante anomalías morfosintácticas. Por su parte, Friederici y Kotz (2003) y Friederici, Ruschemeyer et al. (2003) señalan que el procesamiento de alteraciones sintácticas involucra la porción anterior del giro temporal superior izquierdo, el opérculo frontal posterior izquierdo adyacente al área de Broca y el putamen izquierdo.

Estudios que han empleado la tomografía por emisión de positrones sugieren que la activación de la neocorteza temporal esta influenciada por una modulación inhibitoria de las estructuras prefrontales y se ha relacionado al componente P600 con esta acción inhibitoria. Friederici et al. (1999) encontraron la presencia de la P600 registrada en la porción anterior del giro del cíngulo, con una amplitud larga y que se sobreponía marcadamente con el N400 registrado en el lóbulo temporal. De ahí que los autores apoyen la idea de que la corteza prefrontal puede ejercer un control estratégico a través de mecanismos inhibitorios que yacen sobre el giro del cíngulo, una estructura que esta fuertemente conectada con las áreas corticales temporales.

En términos generales se piensa, que si bien la P600 no es un marcador especifico del procesamiento sintáctico, este puede ser una herramienta valiosa para su estudio. Se ha propuesto que la amplitud, latencia y duración del P600 pueden servir como un indicador de los costos del reprocesamiento o del momento de los procesos de análisis (Canseco-González, 2000; Harris et al., 2000; Papageorgiou y Rabavilas, 2003).

## Capítulo 2

### METODO

#### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El conocimiento del significado de las palabras es uno de los procesos centrales de la memoria semántica y son abundantes en la literatura, los estudios de procesamiento léxico en asociación con los PREs. Sin embargo, a pesar de que se han empleado diferentes paradigmas, en ninguna de las investigaciones desarrolladas hasta el momento, se ha utilizado uno de decisión léxica, a partir únicamente del contraste entre un conjunto de palabras y otro de pseudopalabras. Sólo se conoce un modelo planteado a partir de este paradigma, pero en éste se evaluaron únicamente los componentes tempranos del potencial (Marcos, 1998), sin considerar aquellos asociados a la actividad cognoscitiva propiamente dicha.

#### OBJETIVOS

**General:** Estudiar la respuesta conductual y electrofisiológica frente a una tarea de decisión léxica en un grupo de sujetos sanos.

**Específicos:** 1) Describir el comportamiento de las variables conductuales (número de respuestas correctas, número de respuestas incorrectas, número de no respuestas y tiempo de reacción) correspondientes a los subestados: palabra y pseudopalabra.

2) Determinar las diferencias existentes entre los potenciales evocados por las palabras y las pseudopalabras.

3) Evaluar la presencia del componente o los componentes tardíos asociados con el procesamiento semántico.

#### TIPO DE INVESTIGACION

Se trata de un diseño transversal y descriptivo, con las siguientes variables:

### ***Dependientes:***

- \* decisión léxica: subestados (palabra y pseudopalabra), respuestas correctas, respuestas incorrectas, no respuestas y tiempo de reacción.
- \* potenciales relacionados a eventos: amplitud, latencia y topografía de las ondas que muestren una diferencia significativa entre los subestados palabra y pseudopalabra.

## **INSTRUMENTOS DE MEDICION**

***Paradigma de decisión léxica:*** Se utilizó el paradigma de decisión léxica diseñado por Marcos (1998) cuyo corpus está constituido por cuatrocientos ocho estímulos: doscientas cuarenta palabras y ciento sesenta y ocho pseudopalabras (i.e. secuencias de grafemas que respetan las pautas fonológicas y silábicas del español, pero que carecen de significado, vgr. 'cafa'). Los criterios que se consideraron para seleccionar las palabras fueron frecuencia, longitud, categoría gramatical y morfología. El paradigma consta de sesenta sustantivos en singular y sesenta en plural; sesenta verbos en infinitivo y sesenta verbos conjugados. La mitad de cada una de estas clases está constituida por palabras frecuentes y la otra mitad por palabras infrecuentes. En cada caso, la mitad contiene palabras de dos sílabas y la otra mitad, palabras de tres sílabas. Todas las palabras del corpus son graves, con excepción de los verbos en infinitivo, que son palabras agudas. Ninguna de ellas debía acentuarse gráficamente. En la lista no aparecen palabras que puedan percibirse a la vez como verbos y sustantivos (vgr. 'poder'). La lista de las pseudopalabras se elaboró tomando en consideración la longitud y la terminación. Se construyeron ochenta y cuatro pseudopalabras de dos sílabas y ochenta y cuatro de tres, que respetaran la estructura fonológica y silábica del español. Con respecto a la terminación, el corpus está constituido por tres grupos con igual número de reactivos: terminación en vocal, terminación en -s y terminación en -ar, -er o -ir.

***Registro electroencefalográfico:*** Se utilizó un gorro con electrodos de superficie colocados según el Sistema Internacional 10-20 (Jasper, 1958) y se obtuvo un registro monopolar (19 derivaciones) mediante el Electroencefalógrafo Digital Medicid 4. Con el propósito de monitorear los movimientos oculares, se

colocaron 2 electrodos adicionales. El primero, 1 cm. por encima de la ceja izquierda y el segundo, 1 cm. por fuera del canto externo del ojo del mismo lado. Los electrodos de referencia fueron colocados en los lóbulos de ambas orejas cortocircuitados y se uso para el registro un ancho de banda de 0.5-30 Hz y una frecuencia de muestreo de 200 Hz. La ganancia de los amplificadores fue de 20 000. A partir del registro electroencefalográfico se obtuvieron los PREs ante las palabras y las pseudopalabras.

## **SUJETOS**

La muestra se obtuvo de diferentes fuentes de referencia y se integro un grupo conformado por 32 sujetos sanos: (7 hombres y 25 mujeres), diestros, sin antecedentes personales o familiares de padecimientos neurológicos o psiquiátricos y libres de cualquier fármaco en el momento de realizar la tarea. La edad promedio fue de 34.4 ( $\pm$  9.56) años. El sujeto más joven tenía 21 años y el de más edad 64. El promedio de escolaridad fue de 16.2 ( $\pm$  4.4) años. El rango de escolaridad oscilo entre los 6 y los 23 años.

## **MATERIAL**

Electroencefalógrafo Digital Medicid 4 (Neuronic)

Una computadora para la presentación de los estímulos

Paradigma de decisión léxica

Gorra electro-cap

Electrodos de oro marca Grass y materiales para su colocación

## **PROCEDIMIENTO**

Después de contar con el consentimiento informado del sujeto, fue referido a la Unidad de Neuropsicología del Instituto Nacional de Psiquiatría Ramón de la Fuente Muñiz, donde le fue aplicado, por personal debidamente entrenado, el paradigma de decisión léxica y simultáneamente, se registró el EEG para la obtención de los potenciales, de manera individual y en una sola sesión.

Los sujetos permanecieron en penumbra, cómodamente sentados en el interior de una habitación sonoamortiguada y aislada eléctricamente.

Los estímulos se presentaron en un monitor colocado a una distancia de 80 centímetros, escritos con letras minúsculas blancas sobre un fondo negro. Los sujetos que requirieron de lentes los usaron durante la tarea.

Una vez presentadas las instrucciones, el sujeto realizó un ensayo de prueba, para verificar su comprensión. Dicho ensayo estuvo conformado por un bloque de 10 estímulos (5 palabras y 5 pseudopalabras).

La tarea de decisión léxica consistió en decidir si los estímulos presentados eran o no palabras pertenecientes al idioma español. El sujeto fue instruido para responder lo más rápidamente posible.

Los sujetos utilizaron el dedo índice para responder a las palabras (botón izquierdo del ratón) y el dedo medio (botón derecho del ratón) para las pseudopalabras. Todos usaron la mano derecha. El experimento comenzó con la pantalla vacía (fondo color negro). Antes de la aparición del estímulo escrito sobre la pantalla, se le advirtió al sujeto para fijar su atención. El estímulo permaneció en la pantalla hasta que el sujeto respondía o bien transcurridos 2500 milisegundos. Entonces se daba la indicación de la aparición del nuevo estímulo y se repetía el mismo procedimiento.

El orden de aparición de los estímulos sobre la lista (tanto del ensayo como del experimento) se asignó al azar y fue la misma presentación para todos los sujetos. Las dimensiones de las letras y la distancia a la que se colocó el monitor permitieron que los estímulos aparecieran en ángulos visuales horizontal y vertical, inferiores a los tres grados.

## **ANALISIS DE RESULTADOS**

**Variables conductuales:** Se evaluó el total de respuestas correctas e incorrectas, el total de respuestas y los porcentajes de las respuestas correctas e incorrectas, así como el total de no respuestas, de todos los individuos que conformaron la muestra, en cada uno de los subestados analizados (palabra y pseudopalabra).

En el caso del tiempo de reacción, se calcularon la media y la desviación estándar de la muestra, a partir de los promedios individuales de esta variable. Se eliminaron de este análisis a dos sujetos que no tuvieron respuestas incorrectas en las pseudopalabras.

Con el propósito de conocer si existían diferencias significativas entre las proporciones de las respuestas correctas e incorrectas (calidad de la respuesta), para cada subestado, se llevó a cabo un análisis de tipo chi cuadrada.

Para saber si había una relación entre la calidad de la respuesta y la escolaridad se realizó, para cada subestado, un análisis de correlación entre los niveles de escolaridad y los porcentajes de respuestas correctas individuales.

Se evaluó la presencia de diferencias significativas entre los tiempos de reacción promedio de las respuestas correctas e incorrectas ante las palabras y pseudopalabras, mediante un análisis de varianza multivariado de medidas repetidas. De este análisis también se excluyeron a los dos sujetos que no tuvieron errores para reconocer las pseudopalabras.

**Potenciales relacionados a eventos (PREs):** Para la obtención de los PREs se promediaron sólo los segmentos correspondientes a las respuestas correctas en ambos subestados (palabra y pseudopalabra) y se excluyeron aquellos que presentaban artefactos o movimientos oculares. Los segmentos tenían una duración de 1280 milisegundos con un tiempo pre-estímulo de 100 milisegundos.

Posteriormente, se editaron los PREs correspondientes a cada subestado y se filtraron bajo un filtro pasabajo digital a 5.5 Hz. Todos los datos se corrigieron restando el valor del promedio de la ventana pre-estímulo. Esto se hizo con el propósito de reescalar los PREs promedios de los subestados dentro de cada individuo.

Para determinar las diferencias existentes entre los potenciales promedios evocados por las palabras y las pseudopalabras, de toda la muestra, se aplicó la prueba t de Student con la corrección de Bonferroni. Para lograr esto se obtuvo primero el potencial evocado promedio correspondiente a cada uno de los subestados y luego se calculó la diferencia entre ellos restando el PRE evocado por la palabra menos el PRE evocado por la pseudopalabra. De esta forma los valores positivos de t grandes estarían evidenciando una significancia estadística y, por tanto, la presencia de un componente negativo en el PRE promedio a la

pseudopalabra, mientras que los valores negativos de  $t$  grandes indicarían un componente positivo en el PRE promedio a la pseudopalabra.

Para conocer si existían diferencias significativas entre los potenciales promedios de los subestados, teniendo en cuenta la edad y el sexo se procedió de la misma manera antes descrita. En el caso de la edad se efectuó el análisis de dos maneras: se compararon primero los sujetos de 20 a 29 años ( $n= 11$ ) con aquellos  $\geq$  a 40 años ( $n= 10$ ); posteriormente, se compararon la mitad mas joven de la muestra y la mitad de mayor edad, no encontrando diferencias significativas.

Como los análisis se realizaron para cada derivación y cada muestra o punto de digitalización del potencial promedio (0-1180 milisegundos, equivalentes a 235 muestras); se adecuo el nivel de significancia según la corrección de Bonferroni ( $\alpha/n$ ) para evitar incremento del error de tipo I, esto equivale a que los puntos o latencias de los potenciales promedios que aparecen como significativos al aplicar la corrección de Bonferroni lo fueron considerando el nivel de significancia de  $p < 0.0002$ .

En cada una de las ondas que mostraron diferencias significativas entre los potenciales promedios de los subestados se evaluaron su topografía, latencia, amplitud y polaridad.

### Capítulo 3

## RESULTADOS CONDUCTUALES Y ELECTROFISIOLOGICOS

En la tabla 1 se aprecian los datos correspondientes a las variables conductuales, de los subestados: palabra y pseudopalabra, obtenidos en los 32 sujetos de la muestra estudiada. Los sujetos se equivocaron más ante las palabras que ante las pseudopalabras.

**Tabla 1.** Descriptores de las variables conductuales (subestados: palabra y pseudopalabra) correspondientes a toda la muestra.

Respuestas/ estímulos	Total de respuestas correctas	Total de respuestas incorrectas	Total de respuestas	% de respuestas correctas	% de respuestas incorrectas	Total de no respuestas
Palabra	6778	825	7603	89.15	10.85	21
Pseudopalabra	4975	356	5331	93.32	6.68	24

Cuando se realizó el análisis de tipo chi cuadrada, para conocer si existían diferencias significativas entre las proporciones de las respuestas correctas e incorrectas (calidad de la respuesta), para cada subestado, se obtuvo una chi cuadrada = 65.7 (gl = 1) que resultó ser significativa con una  $p < 0.0001$ .

Al verificar estadísticamente que los sujetos se equivocaron más ante las palabras, se decidió explorar si la escolaridad intervenía en este resultado. Para ello se llevó a cabo un análisis de correlación entre el nivel de escolaridad y el porcentaje de respuestas correctas para cada individuo en cada subestado. Este último se calculó dividiendo, en cada sujeto, el número de respuestas correctas entre la suma de las respuestas correctas e incorrectas, es decir, entre el total de sus respuestas.

Se obtuvo una correlación de 0.43 para la comparación de la escolaridad y el porcentaje de respuestas correctas en el subestado palabra, mientras que el análisis en las pseudopalabras evidenció una correlación de 0.24. Los valores de  $r$  con significancia para la muestra utilizada en esta investigación son:  $r = 34.9$  para una  $p < 0.05$  y  $r = 44.9$  para una  $p < 0.01$ . Por tanto, la  $r = 0.43$  encontrada entre la escolaridad y el porcentaje de respuestas correctas en el subestado palabra mostró una significación de  $p < 0.02$  y la  $r = 0.24$  para el subestado pseudopalabra no fue significativa.

Ante este resultado, se calculó también el coeficiente de correlación de Pearson entre los niveles de escolaridad y los errores cometidos ante las palabras

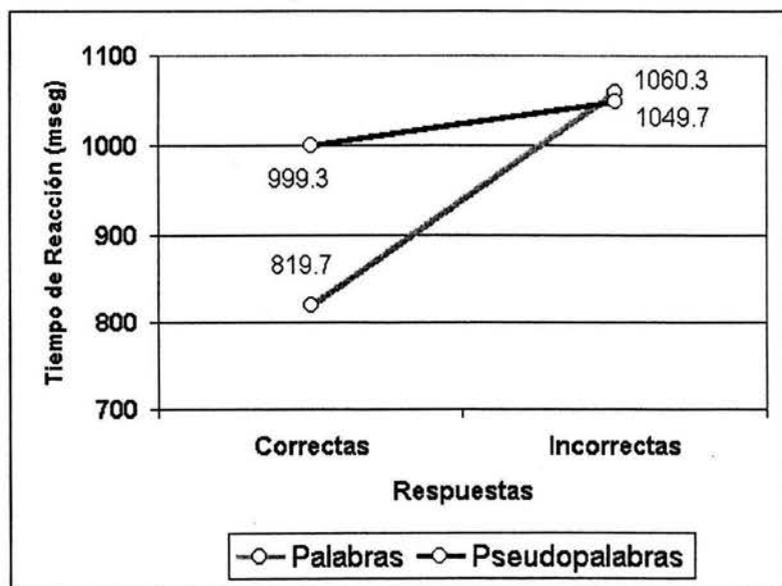
frecuentes e infrecuentes. Se obtuvo una correlación negativa y significativa ( $r = -0.43$ ;  $p < 0.02$ ) entre la escolaridad y el número de errores ante las palabras infrecuentes; es decir, a mayor escolaridad se cometen menos errores ante las palabras infrecuentes y estos aumentan en tanto la escolaridad es menor. No existió correlación entre la escolaridad y los errores ante las palabras frecuentes ( $r = -0.06$ ).

En tabla 2 se muestran la media y la desviación estándar de los tiempos de reacción, en cada subestado, las cuales fueron obtenidas a partir de los promedios individuales de esta variable en 30 sujetos de la muestra. En la figura 1 aparecen, de forma gráfica, estos resultados.

**Tabla 2.** Medias y desviación estándar de los tiempos de reacción para cada subestado.

	Correctas		Incorrectas	
	Media	D. E.	Media	D. E.
Palabra	819.73	163.89	1060.3	208.24
Pseudopalabra	999.35	217.2	1049.7	303.49

**Figura 1.** Tiempos de reacción para cada subestado.



Cuando se aplico el análisis de varianza multivariado de medidas repetidas para conocer si existían diferencias significativas entre los tiempos de reacción para

el reconocimiento de palabras y pseudopalabras, se observaron los resultados que se muestran en la tabla 3. Puede notarse que todos los efectos fueron significativos, en cuanto al tiempo de reacción en las palabras y las pseudopalabras sin importar que fueran correctas e incorrectas; entre las respuestas correctas e incorrectas independientemente de que fueran palabras y pseudopalabras y que las interacciones entre ambos efectos también fueron significativos. Esto implica que los tiempos de reacción de las palabras fueron menores que los de las pseudopalabras y que las respuestas correctas tuvieron tiempos de reacción mas cortos que las incorrectas.

**Tabla 3.** Resultados del análisis de varianza multivariado de medidas repetidas de los tiempos de reacción promedio de las respuestas correctas e incorrectas en los dos subestados.

EFFECTO	F	SIGNIFICANCIA
Palabra	F(1,29) = 11.8	p = 0.002
Respuesta	F(1,29) = 34.1	p < 0.001
Interacción palabra x respuesta	F(1,29) = 16.0	P < 0.001

En la tabla 4 aparecen las topografías, las latencias, las amplitudes y las polaridades de los valores que mostraron diferencias significativas entre los potenciales promedios de los subestados palabra y pseudopalabra. En la misma puede apreciarse que en el intervalo entre 375 y 495 milisegundos de latencia apareció una onda más negativa ante la presencia de las pseudopalabras, que mostró diferencias significativas ( $p < 0.0002$ ) en las derivaciones: F3, F4, C3, C4, P3, P4, O1, O2, T3, T4, T5, T6, Fz, Cz y Pz. Las diferencias de amplitud entre los dos subestados fueron mas evidentes en las derivaciones Pz y P3 seguidas por Cz.

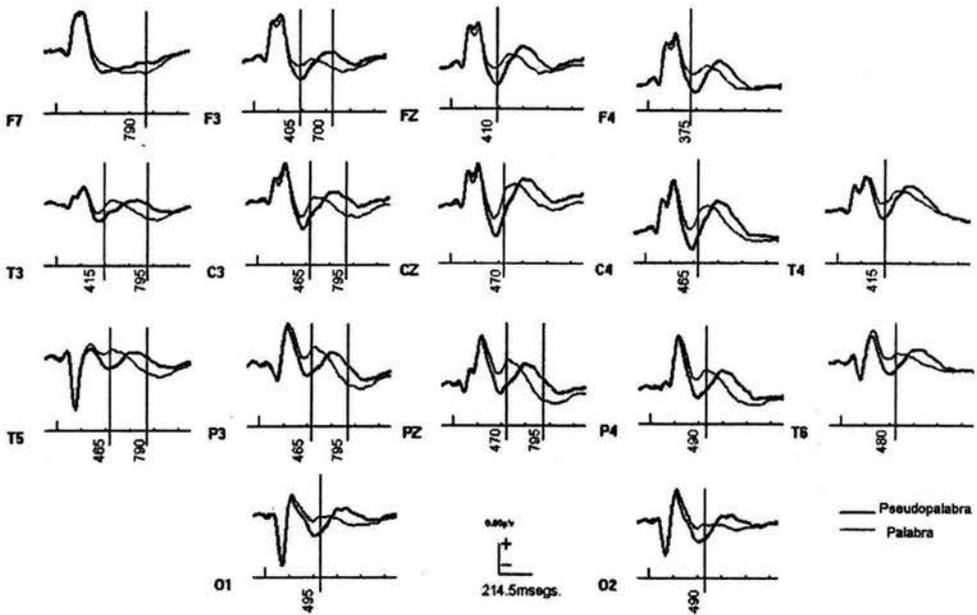
En esta tabla también puede notarse que en el intervalo entre 700 y 795 milisegundos de latencia (fundamentalmente en 795) apareció una onda mas positiva ante la presencia de las pseudopalabras, que evidencio diferencias significativas ( $p < 0.0002$ ) en las derivaciones: F3, C3, P3, F7, T3, T5 y Pz. Nuevamente, las diferencias de amplitud entre los dos subestados fueron mas evidentes en las derivaciones Pz y P3 aunque la derivación que siguió en el orden no fue Cz sino C3.

**Tabla 4.** Topografía, latencia, amplitud y polaridad de las ondas que mostraron diferencias significativas (mayor valor de t) entre los subestados: palabra y pseudopalabra.

Topografía	Valor máximo de t	Latencia (msecs.)	Amplitud ( $\mu$ Voltios)		Valor máximo de t	Latencia (msecs.)	Amplitud ( $\mu$ Voltios)	
			palabra	Pseudo-palabra			palabra	Pseudo-palabra
F3	5.96	405	-0.42	-1.57	-5.48	700	-0.64	0.61
F4	7.24	375	0.94	-0.24				
C3	5.57	465	0.01	-1.28	-5.04	795	-1.06	0.32
C4	8.17	465	1.37	-0.47				
P3	7.28	465	1.16	-0.79	-5.41	795	-1.71	-0.21
P4	6.47	490	1.47	-0.26				
O1	6.68	495	-0.12	-1.45				
O2	6.67	490	-0.25	-1.52				
F7					-5.07	790	-1.74	-0.89
T3	5.43	415	-0.35	-1.27	-5.49	795	-1.18	-0.09
T4	6.78	415	0.70	-0.55				
T5	6.68	465	0.58	-0.89	-5.30	790	-1.26	-0.05
T6	8.62	480	0.68	-0.70				
Fz	6.65	410	0.06	-1.39				
Cz	7.36	470	0.86	-1.01				
Pz	7.54	470	1.76	-0.26	-5.10	795	-1.27	0.40

En la Figura 2 se pueden apreciar las diferencias antes señaladas entre los potenciales promedios correspondientes a los dos subestados. También puede observarse, la gran semejanza que existe entre los componentes primarios de los potenciales evocados promedios, tanto de la palabra como de la pseudopalabra en las derivaciones posteriores, sobre todo en las occipitales.

**Figura 2.** Potenciales promedio de las derivaciones en donde se encontraron diferencias significativas entre los subestados: palabra y pseudopalabra.



Cuando se compararon los PREs promedios, teniendo en cuenta la edad y el sexo, no se encontraron diferencias significativas entre los dos subestados.

## **Capítulo 4**

### **CONCLUSIONES**

Como era de esperarse y de acuerdo a lo reportado previamente por Marcos (1998), al analizar los datos conductuales, se encontraron diferencias significativas entre el reconocimiento de las palabras y de las pseudopalabras, se pudo observar que los sujetos se equivocaron más ante las primeras y que la escolaridad guarda relación con el reconocimiento de las mismas, por lo que se cometen más errores. Es decir, mientras menor es la escolaridad de un sujeto, aumenta el número de respuestas incorrectas en cuanto al reconocimiento de las palabras infrecuentes. Si consideramos que la escolaridad es una fuente de estimulación y que influye en la adquisición de un repertorio léxico más amplio, en tanto que le permite al sujeto conocer el significado de más palabras; en relación a la tarea de decisión léxica, los sujetos con baja escolaridad no identifican el estímulo como palabra, debido a la imposibilidad de poderles asignar un significado, ya que al no formar parte del almacén semántico y las consideran como pseudopalabras. Lo anterior queda confirmado con los resultados obtenidos acerca de que la mayor cantidad de errores se cometieron ante las palabras de baja frecuencia (cabe recordar que el corpus que se utilizó, incluye 120 palabras de alta frecuencia y 120 de baja frecuencia).

Asimismo, con respecto al tiempo de reacción, se apoya el hecho de que las palabras se reconocen con mayor rapidez que las pseudopalabras y que las respuestas correctas se ejecutan en tiempos de reacción menores (Binder, 2003; Marcos, 1998; Ober y Shenaut, 1988).

No obstante lo anterior, aun cuando entidades como la psicolingüística y la neurolingüística han investigado el procesamiento léxico a partir del estudio de los diferentes niveles involucrados en la comprensión del lenguaje ya sea verbal o escrito; en torno al reconocimiento de las palabras, se han enfocado principalmente al estudio de la forma en que está organizado el sistema léxico a partir de la identificación de las palabras.

Por otra parte, la incorporación de técnicas de registro electrofisiológico como son los PREs, también han contribuido al estudio de diversos procesos cognoscitivos como lo son el lenguaje y la memoria. Dentro de este enfoque, a partir de los estudios realizados por Kutas et al (1980), se ha establecido que los aspectos semánticos del procesamiento del lenguaje están relacionados con una onda

negativa que aparece alrededor de los 400 milisegundos y que surge a partir de diversas condiciones metodológicas entre las que se encuentran el uso del facilitador semántico a partir de la comprensión de oraciones o bien en tareas de decisión léxica (que generalmente emplean pares de palabras).

Cabe mencionar, que en la actualidad existen pocas investigaciones que se enfoquen al estudio de los cambios de los PREs generados a partir del procesamiento de la palabra per se ya que la mayoría se han desarrollado dentro del contexto de las oraciones. Además, otro aspecto de interés para realizar la presente investigación fue el hecho de que, estos estudios generalmente han empleado un idioma diferente al español.

El único estudio del que se tiene referencia con estas características es el paradigma diseñado por Marcos (1998) quien propone que los cambios que suceden después de los 300 milisegundos se relacionan con la construcción o el acceso a la representación cognoscitiva del significado, y que los que ocurren antes operan sobre representaciones léxicas en el plano del significante. Esto apoya la idea de que el procesamiento semántico de las palabras ocurre alrededor de los 400 milisegundos, sin embargo, no obtuvo actividad después de los 300 milisegundos con su paradigma, debido que su objetivo era llevar a cabo un análisis neurolingüístico del procesamiento lexical.

A partir de estos datos, en la presente investigación surgió el interés estudio la memoria semántica a partir de la técnica de asignar o de juzgar el significado a las palabras, por medio de una tarea simple de decisión léxica, en donde el paradigma no empleara el efecto de "facilitación", y el uso de oraciones, para eliminar aspectos tales como el contexto sintáctico o pragmático, ya que el objetivo no es estudiar el efecto de estos, sino el proceso per se de reconocimiento de la palabra. Asimismo, como el objetivo principal es el aspecto semántico, se analizaron ventanas de tiempo de 1180 milisegundos, después de la aparición del estímulo, con la finalidad de estudiar los componentes tardíos ya que se ha señalado que los procesos cognoscitivos de más alto nivel ocurren tardíamente, como es el caso del reconocimiento de palabras.

En relación a la actividad electrofisiológica, cabe mencionar que al evaluar los resultados de los PREs, se incluyeron únicamente los valores t con la máxima significancia respecto a la comparación de ambos subestados para cada una de las derivaciones. Todos estos valores mostraron una latencia menor al tiempo de

respuesta, de lo que se infiere que la actividad registrada en los PREs se relaciona con el procesamiento de la información que se llevo a cabo para realizar la tarea de decisión léxica, ya que esta antecedió a la respuesta.

Dentro de los componentes primarios, se pudo observar la presencia de una onda negativa con una latencia que oscilo entre los 155 y 175 milisegundos localizada en las derivaciones posteriores: T5, T6, P3, O1 y O2 (en estas dos últimas, la amplitud fue mayor). En este punto, no existieron diferencias significativas al comparar la amplitud de ambos subestados y a simple vista parecen sobrelaparse ambas ondas. Esta primera actividad cerebral puede interpretarse como una reacción frente a la aparición de los estímulos visuales; es decir, de la llegada de la información e integración a la corteza cerebral, mientras que las diferencias significativas encontradas al comparar la amplitud de las ondas para el reconocimiento de las palabras y de las pseudopalabras en latencias tardías, refleja el procesamiento cognoscitivo asociado a la identificación de ambos estímulos.

Estos datos contrastan con lo reportado por Marcos (1998) quien señala que las palabras y las pseudopalabras provocan respuestas distintas solo en latencias cortas, entre los 70 y 100 milisegundos (aunque es relevante mencionar que estos datos no fueron estadísticamente significativos).

Por el contrario, en esta investigación, la primera onda en donde se aprecian diferencias significativas al comparar la amplitud entre los dos subestados tiene una latencia que oscila entre los 375 - 495 milisegundos y se observa en casi todas las derivaciones (con excepción de F7), esta diferencia se hace más evidente en las derivaciones Pz, P3 y Cz.

Este resultado corresponde a lo reportado en cuanto al N400, ya que aun cuando ha sido referido en investigaciones que emplean el uso del facilitador semántico, esta onda negativa es similar a este componente por la latencia en la que aparece, es decir, alrededor de los 400 milisegundos (375 - 495 milisegundos). Asimismo, en cuanto a su distribución, se hace más evidente en las regiones centro-parietales, lo cual corresponde a lo reportado en estudios que han usado paradigmas de incongruencia semántica (Anderson y Holcomb, 1995; Bentin et al., 1999; Caplan, 1992; Chiarello y Richards, 1992; Castañeda et al., 1999; Chiarello et al., 1987; Munte et al., 1998; Ober y Shenaut, 1988; Pietrowsky et al., 1996; Puente et al., 1995; Schwartz et al., 1996; Weisbrod et al., 1999).

El hallar diferencias significativas en cuanto a la amplitud de ambos subestados dentro de este rango de latencia y tomando en consideración lo reportado en la literatura nos permite inferir que esta negatividad parece ser la respuesta generalizada de la actividad cerebral ante un estímulo que es incongruente (pseudopalabra), es decir, que no está almacenado en la memoria semántica y por lo tanto carece de significado. Así, la amplitud puede estar relacionada con la cantidad de activación que se necesita para acceder a la representación de los estímulos en la memoria, o bien, aun cuando no estemos dentro del contexto de las oraciones, al esfuerzo requerido para encontrarle significado a un estímulo, en este caso a la pseudopalabra (Caplan, 1992; Chiarello y Richards, 1992; Chiarello et al., 1987; Ober y Shenaut, 1988; Puente et al., 1995; Schwartz et al., 1996).

Por otro lado, con una latencia promedio máxima entre los 700 – 795 milisegundos, se identificó una onda positiva en donde la mayoría de las derivaciones corresponden al hemisferio izquierdo: F3, C3, P3, F7, T3, T5 y Pz. Las mayores diferencias de amplitud se encontraron en Pz, P3 y C3.

Las investigaciones en torno a la P600 la ubican dentro de un contexto de las oraciones y la asocian a una anomalía en la sintaxis de las mismas. Por lo que, aun cuando el componente positivo tardío encontrado en el presente estudio está en el dominio de la latencia de la P600, no se considera que se trate de este componente debido a que no se utilizó un paradigma de incongruencia sintáctica.

Debido a la naturaleza de la tarea empleada en esta investigación, la presencia de este componente podría ser interpretado como una P300 tardía (P3b), la cual se ha señalado, aparece dentro de una latencia entre los 500 - 1400 milisegundos, con una distribución sobre la región centro-parietal y se considera que interviene en el proceso de categorización de la tarea, donde es necesario discriminar entre el estímulo blanco del que no lo es y refleja los procesos atencionales focalizados (voluntarios) involucrados en la ejecución de la tarea (Altenmüller y Gerloff, 1999; Hegerl, 1999, Polich, 1999). Esto último, parece estar apoyado por la forma en que la tarea de decisión léxica se llevó a cabo, como se menciona en la parte de procedimiento, antes de la aparición de cada estímulo, a los sujetos se les dio una indicación verbal de que el mismo iba a aparecer (para fijar su atención).

Por otro lado, se ha reportado que la latencia está en relación con la aparición del estímulo infrecuente (habitualmente se maneja una proporción de 20% para el estímulo frecuente y un 80% para el estímulo infrecuente), en esta investigación la proporción fue del 58.8 % para la palabra (estímulo frecuente) y 43.6% para la no palabra (estímulo infrecuente), por lo que, al ser proporciones semejantes, la latencia de la aparición del componente se hace mas tardío (Canseco-González, 2000, Polich, 1999).

Así, el componente positivo, en esta investigación pudiera estar relacionado con los recursos atencionales necesarios para procesar la aparición de las pseudopalabras. Lo anterior parece estar apoyado por Kolk, Chwilla, Van Herten y Oor (2003) quienes, a pesar de usar oraciones con anomalías sintácticas, interpretaron que la P600 observada en sus resultados, podría estar en relación con el hecho de que la corteza encontrara un evento lingüístico no esperado. De ahí que propongan que después de detectar el evento no esperado, el cerebro vuelve a atender al estímulo para checar su veracidad

Por tanto, la aportación del presente estudio radica en el hallazgo de la presencia del componente N400 y de la P600, los cuales se han reportado a partir del uso del "facilitador semántico" y del paradigma de incongruencia sintáctica respectivamente, pero no se han observado con el uso de un paradigma de decisión léxica a partir del reconocimiento de palabras. Como ya se menciona con anterioridad, el único antecedente con que se cuenta es la investigación de Marcos, pero resulta difícil comparar nuestros resultados, no solo por el tamaño de la muestra (12 sujetos femeninos), el número de derivaciones registradas (16, excluyo Fz, Cz, y Pz), el tiempo de las ventanas analizadas en el EEG (hasta los 300 milisegundos) y la estadística empleada (varianza de medidas repetidas), sino también en los objetivos de ambas investigaciones. Así mismo, el hecho de contar con resultados obtenidos a partir de una muestra de sujetos sanos, serán de utilidad como punto de comparación al aplicar este mismo paradigma a una población de pacientes, en donde se encuentra alterada la memoria semántica, como es el caso de la enfermedad de Alzheimer.

## BIBLIOGRAFIA

Altenmüller, E. O. y Gerloff, Ch. (1999). Psychophysiology and the EEG. En E. N. y F. L. da Silva. *Electroencephalography basic principles. Clinical applications, and related fields*. USA: Williams & Wilkins.

American Psychological Association (2001). *Publication Manual of American Psychological Association*. USA: American Psychological Association.

Anderson, J. E. y Holcomb, Ph. J. (1995). Auditory and visual semantic priming using different stimulus onset asynchronies: An event-related brain potential study. *Psychophysiology*, 32, 177-190.

Angrilli, A., Penolazzi, B., Vespignani, F., De Vicenzi, M., Job, R., Ciccarelli, L., Palomba, D. y Stegagno, L. (2002). Cortical brain responses to semantic incongruity and syntactic violation in Italian language: an event-related potential study. *Neurosci Lett*, 322 (1), 5-8.

Azcoaga, J. E. (1993). Información semántica. Lenguaje interno. Pensamiento. *Acta Psiquiát psicol Am Lat.*, 39 (2), 107-116.

Barba, G. D., Frasson, E., Mantovan, M. C., Gallo, A. y Denes, G. (1996). Semantic and episodic memory in aphasia. *Neuropsychologia*, 34 (5), 361-367.

Baddeley, A. D. (1986). *Working Memory*. Oxford:Clarendon Press.

Baddeley, A. D., Wilson, B. A. y Watts, F. N. (1995). *Handbook of Memory Disorders*. Great Britain: John Wiley & Sons.

Bentin, S., Mouchetant-Rostaing, Y., Girad, 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.

Binder, J. R., Mckiernan, K. A., Parsons, M. E., Westbury, C. F., Possing, E. T., Kaufman, J. N. y Buchanan, L. (2003) Neural correlates of lexical access during visual word recognition. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 15 (3), 372-393.

Brandeis, D. y Lehmann, D. (1986). Event-related potentials of the brain and cognitive processes: approaches and applications. *Neuropsychologia*, 24 (1), 151-168.

Canseco-González, E. (2000). Using the recording of event-related potentials in the study of sentence processing. En Y. Grodzinsky, L. Sahipo y D. Swinney (Eds.) *Language and the Brain: Representation and processing*. New York: Academic Press.

Caplan, D. (1992). *Introducción a la neurolingüística y a los estudios de trastornos del lenguaje*. Colección *Linguística y Conocimiento*. Madrid: Visor.

Castañeda, M., Ostrosky, F., Pérez, M., Rancel, L. y Bobes, M. A. (1999). Evaluación electrofisiológica de la memoria semántica en la enfermedad de Alzheimer. *Salud Mental* V, 22 (1), 1-6.

Connolly, J. F. y D'Arcy, R. C. (2000). Innovations in neuropsychological assessment using event-related brain potentials. *Int J Psychophysiol*, 37 (1), 31-47.

Connolly, J. F., D'Arcy, R. C., Newman, R. L. y Kemps, R. (2000) (en prensa). The application of cognitive event-related brain potentials (ERPs) in language-impaired individuals: review and case studies. *International Journal of Psychophysiology*, 00, 01-16.

Coulson, S., King, J. y Kutas, M. (1998). Expect the unexpected: event-related brain response to morphosyntactic violations. *Language and Cognitive Process*, 13, 21-58.

Chiarello, Ch. y Richards, L. (1992). Another look at categorial priming in the cerebral hemispheres. *Neuropsychologia*, 30 (4), 381-390.

Chiarello, Ch., Senehi, J. y Nuding, S. (1987). Semantic priming with abstract and concrete words: Differential asymmetry may be postlexical. *Brain and Language*, 31, 43-60.

De Vega, M. (1992). *Introducción a la Psicología Cognoscitiva*. México: Alianza editorial Mexicana.

De Vicenzi, M., Job, R., Di Matteo, R. Angrilli, A., Penolazzi, B., Ciccarelli, L. y Vespignani, F. (2003). Differences in the perception and time course of syntactic and semantic violations. *Brain Lang*, 85 (2), 280-296.

Ellis, A. W. y Young, A. W. (1989). *Human cognitive neuropsychology*. Hove: Lawrence Erlbaum, Ass.

Farah, M. y McClelland, J. L. (1991). A computational model of semantic memory impairment: Modality specificity and emergent category specificity. *Journal of Experimental Psychology: General*, 120 (4), 339-357.

Fiebach, C. J., Friederici, A. D., Muller, K., Von Cramon D. Y. y Hernández, A. E. (2003). Distinct brain representations for early and late learned words. *Neuroimage*, 19 (4), 1627-1637.

Friederici, A. D. y Kotz, S. A. (2003). The brain basis of syntactic processes: functional imaging and lesion studies. *Neuroimage*, 20 (1), S8-17.

Friederici, A. D., Kotz, S. A., Werheid, K., Hein, G., Von Cramon, D. Y. (2003). Syntactic comprehension in Parkinson's disease: investigating early automatic and late integrational processes using event-related brain potentials. *Neuropsychology*, 17 (1), 133-142.

Friederici, A. D., Ruschemeyer, S. A., Hahne, A. y Fiebach, C. J. (2003). The role of left inferior frontal and superior temporal cortex in sentence comprehension: localizing syntactic and semantic processes. *Cereb Cortex*, 13 (2), 170-177.

Friederici, AD., Steinhauer, K. y Frisch, S. (1999). Lexical integration: sequential effects of syntactic and semantic information. *Mem Cognit*, 27 (3), 438-453.

Gagné, E. D. (1991). *La psicología cognitiva del aprendizaje escolar*. España: Aprendizaje Visor.

Grossman, M., Payer, F., Onishi, K., White-Devine, T., Morrison, D., D'Esposito, M., Robinson, K., y Alavi, A. (1997). Constraints on the cerebral basis for semantic processing from neuroimaging studies of Alzheimer's disease. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 63, 152-158.

Guillem, F., Rougier, A. y Claverie, B. (1999). Short- and long- delay intracranial ERP repetition effects dissociate memory systems in the human brain. *J Cogn Neurosci*, 11 (4), 437-458.

Gunter, T. C., Friederici, A. D. y Schriefers, H. (2000). Syntactic gender and semantic expectancy: ERPs early autonomy and late interaction. *J Cogn Neurosci*, 12 (4), 556-568.

Haan, H., Streb, J., Bien, S. y Rösler, F. (2000). Individual cortical current density reconstructions of the semantic N400 effect: using a generalized minimum norm model with different constraints. *Hum Brain Mapp*, 11 (3), 178-192.

Hagoort, P. y Brown, C. M. (2000). ERP effects of listening to speech compared to reading: the P600/SPS to syntactic violations in spoken sentences and rapid serial visual presentation. *Neuropsychologia*, 38 (11), 1531-1549.

Hagoort, P., Wassenaar, M. y Brown, C. M. (2003). Syntax-related ERP-effects in Dutch. *Brain Res Cogn*, 16 (1), 38-50.

Hahne, A. y Friederici, A. D. (1999). Electrophysiological evidence for two steps in syntactic analysis. Early automatic and late controlled processes. *J Cogn Neurosci*, 11 (2), 194-205.

Harris, T., Wexler, K. y Holcomb, P. (2000). An ERP investigation of binding and coreference. *Brain Lang*, 75 (3), 313-346.

Hegerl, U. (1999). Event-related potentials in psychiatry. En Ernst, M. y Fernando L. da S. *Electroencephalography basic principles, clinical applications, and related fields*. USA: Williams & Wilkins.

Hodges, J. R., Patterson, K., Oxbury, S. y Funnell, E. (1992). Semantic Dementia. Progressive fluent aphasia with temporal lobe atrophy. *Brain*, 115, 1783-1806.

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

Hill, H., Strube, M., Roesch-Ely, D. y Weisbrod, M. (2002). Automatic vs. controlled processes in semantic priming – differentiation by event-related potentials. *International Journal of Psychophysiology*, 44 (3), 197-218.

Jasper, H. H. (1958). The ten-twenty electrode system of the International Federation. *Electroenceph Clin Neurophysiol*, 10, 371-375.

Kaan, E. y Swaab, T. Y. (2003). Repair, revision, and complexity in syntactic analysis: an electrophysiological differentiation. *J Cogn Neurosci*, 15 (1), 98-110.

Kiefer, M., Weisbrod, M., Kern, I., Maier, S. y Spitzer, M. (1998). Right hemisphere activation during indirect semantic priming: evidence from event-related potentials. *Brain Lang*, 64 (3), 377-408.

Kiehl, K. A., Laurens, K. R. y Liddle, P. F. (2002). Reading anomalous sentences: an event-related fMRI study of semantic processing. *Neuroimage*, 17 (2), 842-850.

Kolk, H. H., Chwilla, D. J., Van Herter, M. y Oor, P. J. (2003). Structure and limited capacity in verbal working memory: a study with event-related potentials. *Brain Lang*, 85 (1), 1-36.

Kuperberg, G. R., Holcomb, P. J., Sitnikova, T., Greve, D., Dale, A. M. y Caplan, D. (2003). Distinct patterns of neural modulation during the processing of conceptual and syntactic anomalies. *J Cogn Neurosci*, 15 (2), 272-93.

Kuperberg, G. R., Sitnikova, T., Caplan, D. y Holcomb, P. J. (2003). Electrophysiological distinctions in processing conceptual relationships within simple sentences. *Brain Res Cogn*, 17 (1), 117-129.

Kutas, M., Hillyard, S. y Gazzaniga, M. (1988). Processing of semantic anomaly by right and left hemispheres of commissurotomy patients. *Brain*, 111, 553-576.

Lezak, M. D. (1995). *Neuropsychological Assessment*. New York: Oxford University Press.

Marcos, J. (1998). *Estudio Neurolingüístico de procesos léxicos: Potenciales relacionados a eventos y mapeo eléctrico cerebral*. Tesis Doctoral inédita. El Colegio de México. México.

McClelland, J. L. y Rumelhart, D. E. (1981). An interactive activation model of context effects in letter perception: 1 An account of basic findings. *Psychological Review*, 88, 375-407.

Morton, J. (1969). Interaction of information in word recognition. *Psychological Review*, 88, 375-407.

Muller, R. A., Kleinhans, N. y Courchesne, E. (2003). Linguistic theory and neuroimaging evidence: an fMRI study of Broca's area in lexical semantics. *Neuropsychologia*, 41 (9), 1199-1207.

Munte, T. F., Heinze, H. J., Matzek, M., Wieringa, B. M. y Johannes, S. (1998). Brain potentials and syntactic violations revisited: no evidence for specificity of the syntactic positive shift. *Neuropsychologia*, 36 (3), 217-226.

Nobre, A. C., Allison, T. y McCarthy, G. (1994). Word recognition in the human inferior temporal lobe. *Nature*, 372, 260-263.

Ober, B. A. y Shenaut, G. K. (1988). Lexical decision and priming in Alzheimer's disease. *Neuropsychologia*, 26 (2), 273-286.

Osterhout, L., Allen, M. D., McLaughlin, J. e Inoue, K. (2002). Brain potentials elicited by prose-embedded linguistic anomalies. *Mem Cognit*, 30 (8), 1304-1312.

Papageorgiou, C. C. y Rabavilas, A. D. (2003). Abnormal P600 in obsessive-compulsive disorder. A comparison with healthy controls. *Psychiatry Res*, 119 (1-2), 133-143.

Perea, M., Rosa, E. y Gómez, C. (2003). Influence of neighborhood size and exposure duration on visual-word recognition: evidente with the yes/no and the go/no – go lexical decision tasks. *Percept Psychophys*, 65 (2), 273-286.

Pietrowsky, R., Kuhmann, W., Krug, R., Mölle, M., Fehm, H. y Born, J. (1996). Event-related brain potentials during identification of tachistoscopically presented pictures. *Brain and Cognition*, 32, 416-428.

Polich, J. (1999). P300 in clinical applications. En Ernst, M. y Fernando L. da S. *Electroencephalography basic principles, clinical applications, and related fields*. USA: Williams & Wilkins.

Posner, M. I. (1978). *Chronometric explorations of mind*. Hillsdale NJ: Erlbaum.

Posner, M. y Snyder, C. (1975). Attention and cognitive control. En Solso (Ed.) *Information processing and cognition: The loyola symposium*. Hillsdale NJ: Erlbaum.

Puente, A., Poggioli, L. y Navarro, A. (1995). *Psicología cognoscitiva y perspectivas*. México: McGraw Hill.

Reinvang, I. (1999). Cognitive event-related potentials in neuropsychological assessment. *Neuropsychol Rev*, 9 (4), 231-248.

Schmitt, B. M., Lamers, M. y Munte, T. F. (2002). Electrophysiological estimates of biological and syntactic gender violation during pronoun processing. *Brain Res Cogn Brain Res*, 14 (3), 333-346.

Schwartz, T. J., Kutas, M., Butters, N., Paulsen, J. y Salmon, D. (1996). Electrophysiological insights into the nature of the semantic deficit in Alzheimer's disease. *Neuropsychología*, 34 (8), 827-841.

Seidenberg, M. S. y McClelland, J. L. (1989). A distributed, developmental model of word and naming. *Psychological Review*, 96, 528-568.

Silva-Pereyra, J., Harmony, T., Villanueva, G., Fernández, T. Rodríguez, M., Galán, L., Díaz-Comas, L., Bernal, J., Fernández-Bouzas, A., Marosi, E. y Reyes, A. (1999). N400 and lexical decisions: automatic or controlled processing?. *Clin Neurophysiol*, 110 (5), 813-824.

Strub, R. y Black, F. W. (1989). *The mental status examination in neurology*. USA: F. A. Davis Company.

Sutker, P. B. y Adams, H. E. (1993). *Comprehensive Handbook of Psychopathology*. USA: Plenum Press.

Swick, D. (1998). Effects of prefrontal lesions on lexical processing and repetition priming: an ERP study. *Brain Cognitive Brain Research*, 7 (2), 143-157.

Swick, D. y Knight, R. T. (1997). Event-related potentials differentiate the effects of aging on word and nonword repetition in explicit and implicit memory tasks. *J Exp Psychol Learn Mem Cogn*, 23 (1), 123-142.

Takehiko, Y., Ronald, C. y Petersen (1991). *Memory disorders. Research and Clinical Practice*. USA: Marcel Dekker.

Tamaroff, L. y Allegri, R. F. (1995). *Introducción a la Neuropsicología Clínica*. Buenos Aires: Ediciones Libros de la Cuadriga.

Tranel, D. y Damasio, A. R. (1995). Neurobiological foundations of human memory. En A. D. Baddeley, B. A. Wilson y F. N. Watts (Eds.) *Handbook of memory disorders*. Great Britain: John Wiley & Sons , pag 27-50.

Turner, J. E., Valentine, T. y Ellis, A. W. (1998). Contrasting effects of age of acquisition and word frequency on auditory and visual lexical decision. *Memory and Cognition*, 26 (6), 1282-1291.

Warrington, E. K. y Shallice, T. (1984). Category specific semantic impairments. *Brain*, 107, 829-854.

Weisbrod, M., Kiefer, M., Winkler, S., Maier, S., Hill, H., Roesch-Ely, D. y Spitzer, M. (1999). Electrophysiological correlates of direct versus indirect semantic priming in normal volunteers. *Brain Res Cogn Brain Res*, 25; 8 (3), 289-98.

West, W. C. y Holcomb, P. J. (2002). Event-related potentials during discourse-level semantic integration of complex pictures. *Brain research. Cognitive brain research*, 13 (3), 363-375.