

01965



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

FACULTAD DE PSICOLOGIA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

EVALUACION ELECTROFISIOLOGICA DEL PROCESAMIENTO  
SEMANTICO DE PALABRAS Y DIBUJOS:  
¿EXISTEN CAMBIOS ASOCIADOS A LA EDAD?

204319

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
**MAESTRA EN PSICOBIOLOGIA**  
P R E S E N T A  
**GABRIELA CASTILLO PARRA**

DIRECTORA DE TESIS: DRA. FEGGY OSTROSKY-SHEJET  
COMITE DE TESIS: MTRO. ALFONSO SALGADO BENITEZ  
MTRA. ELDA ALICIA ALVA CANTU  
MTRO. GUSTAVO BACHA MENDEZ  
MTRO. FERNANDO VAZQUEZ PINEDA



FACULTAD  
DE PSICOLOGIA

MEXICO, D. F.

JULIO 2001



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.

## **DEDICATORIA**

**A la persona que más amo en el mundo, mi madre**

**A quién me dio todo su cariño y sabiduría, mi abuela**

**A quién será mi maestro y guía por muchos años, mi hermano**

**A quién me ha brindado el amor incondicional de una madre, mi tía Rosa**

***Gracias a Dios por la vida,***

***a la vida por tantas alegrías y tristezas,***

***a la muerte por enseñarme a amar la vida...***

## **AGRADECIMIENTOS**

**A mi maestra y amiga Feggy, por seguir confiando en mí y en mis sueños, por brindarme su apoyo incondicional y, sobretodo, por ser un gran ejemplo en mi vida;**

**A la Dra. Feggy Ostrosky, Mtra. Eida Alicia Alba, Mtro. Gustavo Bacha, Mtro. Fernando Vázquez y Mtro. Alfonso Salgado por seguir enseñándome nuevas cosas y por creer en mi trabajo;**

**A la familia Parra, por seguir siendo el pulmón que me hace respirar con tanto amor;**

**A Juan Antonio por haber estado ahí cada minuto y haber sido parte de este logro;**

**A mis compañeros y amigos del laboratorio por permitirme aprender junto a ellos y brindarme su cariño incondicional;**

**A mis amigos que han sido mis grandes cómplices y quienes me han brindado todo su cariño en los mejores y peores momentos que he vivido.**

**A todos ustedes ¡gracias!, porque el gran cariño que he recibido de cada uno me enseñó lo importante que es respirar y reír en esta vida.**

## ÍNDICE

---

RESUMEN .....	1
INTRODUCCIÓN .....	3
CAPÍTULO 1- MEMORIA	10
1.1. Definición .....	10
1.2. Clasificación .....	10
1.3. Correlación anatómo-funcional de la memoria .....	14
CAPÍTULO 2 - PROCESAMIENTO SEMÁNTICO DE DIBUJOS Y PALABRAS	19
2.1. Categorización semántica de estímulos verbales y no verbales .....	25
CAPÍTULO 3 - ENVEJECIMIENTO NORMAL	28
3.1. Cambios anatómo-funcionales asociados a la edad .....	29
3.2. Áreas de la corteza cerebral más susceptibles al envejecimiento .....	30
3.3. Cambios neuropsicológicos asociados a la edad .....	32
CAPÍTULO 4 – POTENCIALES RELACIONADOS A EVENTOS	35
4.1. Componente N400 .....	37
4.2. Cambios electrofisiológicos de la memoria semántica en el envejecimiento .....	40
CAPÍTULO 5 – JUSTIFICACIÓN, OBJETIVO E HIPÓTESIS	47
5.1. Justificación .....	47
5.2. Objetivo .....	48
5.2.1. Objetivos específicos .....	48

5.3. Hipótesis .....	49
<b>CAPÍTULO 6 – METODOLOGÍA</b>	<b>50</b>
6.1. Sujetos .....	50
6.2. Material .....	52
6.3. Procedimiento .....	53
6.4. Análisis estadístico .....	57
<b>CAPÍTULO 7 – RESULTADOS</b>	<b>60</b>
7.1. Conductuales .....	60
7.2. Electrofisiológicos .....	62
<b>CAPÍTULO 8 – DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES</b>	<b>85</b>
<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>94</b>

## RESUMEN

Actualmente, existe la controversia de cómo es el procesamiento semántico de estímulos verbales y no verbales; es decir, aún no hay algún consenso acerca de si los estímulos verbales y no verbales son procesados por el mismo almacén semántico o en distintos almacenes y si estos estímulos acceden a través de una sola vía o por vías independientes. Para explicar esto, dentro de la psicología cognitiva han surgido distintas hipótesis: 1) hipótesis dual, en la que se postula que el conocimiento semántico está representado por un código verbal, así como por un código pictórico, los cuales van a ser recuperados dependiendo de la demanda de la tarea y que entre estos dos códigos existe una comunicación interna (Paivio, 1971, 1978); 2) hipótesis de un código interno central, abstracto, amodal y proposicional para el almacenamiento de la memoria a largo plazo, la cual postula que existe un sistema concreto y pictórico para las figuras y los objetos, y otro sistema verbal para las palabras, que llegan a un solo almacén semántico, el cual tiene un código abstracto que está conectado, por una parte, con el sistema pictórico, y por otra parte, con el sistema verbal, y la interacción de estos dos sistemas se da por medio de un conjunto de sistemas de registro que quedan almacenados a largo plazo (Barret y Rugg, 1990; Nigman et al., 1992; Potter, 1979; Pratarelli, 1994; Seymour, 1979; Snodgrass, 1980, 1984; Theios y Amrhein, 1989); y 3) hipótesis léxica, que postula que existe solo un almacén semántico donde son procesados los estímulos pictóricos y verbales, pero que los estímulos no verbales acceden directamente a este almacén, mientras que los estímulos verbales deben de pasar por una fase lingüística antes de llegar al almacén semántico (Glaser y Glaser, 1989). Sin embargo, no existen datos que permitan saber con mayor exactitud cual hipótesis podría ser la que refleje el procesamiento semántico ante una tarea de categorización semántica. Otro tema de interés y, el cual está relacionado con lo anterior, es poder caracterizar el procesamiento semántico durante el envejecimiento normal ya que podría proporcionar datos pre-clínicos para realizar un diagnóstico precoz entre un envejecimiento normal y un patológico. El empleo de la técnica de los Potenciales Relacionados a Eventos (PREs) podría aportar información de lo que sucede durante el procesamiento de alguna función cognoscitiva, ya que permiten estudiar en tiempo y secuencia real lo que sucede durante la activación de diferentes sistemas neuronales que subyacen a procesos cognoscitivos específicos. El componente N400 se genera en zonas posteriores ante incongruencias semánticas. El objetivo del presente estudio fue utilizar los PREs para proporcionar datos sobre el procesamiento semántico que ayuden a aclarar qué hipótesis refleja el procesamiento de la información semántica, así como caracterizar el procesamiento semántico asociado a la edad con la finalidad de realizar un diagnóstico precoz, confiable y preciso de un envejecimiento patológico. Se registraron 10 adultos jóvenes normales con un rango de edad de 20 a 49 años ( $x=32.2$  años;  $d.e.=10.9$ ) y 8 adultos mayores



normales con un rango de edad de 54 a 74 años ( $x=66.1$  años;  $d.e.=8.06$ ). Se presentaron dos tareas de categorización semántica, una con pares de dibujos y la otra con palabras. Los resultados obtenidos mostraron que el componente N400 fue generado por ambos grupos de edad ante los dibujos y las palabras. En los adultos jóvenes, el efecto N400 generado por ambos tipos de estímulos se observó a través de toda la corteza cerebral, con una diferencia de tiempo de 35.75 ms, que favoreció el procesamiento de los dibujos. En los adultos mayores, se encontró que este tipo de procesamiento semántico no cambia, ya que la mayor amplitud se observó en zonas centroparietales del hemisferio derecho. En la latencia existió una diferencia de tiempo entre los dibujos y las palabras de 41.02 ms. Con relación a los efectos de la edad, en los adultos mayores el efecto N400 generado ante los dibujos se restringió a zonas centroparietales del hemisferio derecho, mostrando un deterioro en la amplitud en regiones frontales, mientras que en las palabras la amplitud generada por los adultos jóvenes y los adultos mayores se localizó en regiones centroparietales, frontocentrales y frontales. Tanto para los dibujos como para las palabras, los adultos mayores mostraron una lentificación en el procesamiento semántico. En conclusión, los datos electrofisiológicos de amplitud y latencia sugieren que el procesamiento semántico ante una tarea de categorización semántica es congruente con lo propuesto por la hipótesis léxica, ya que no se observaron diferencias en la amplitud entre ambos tipos de estímulos lo que sugiere que existe un solo almacén semántico al cual acceden por vías independientes, debido a que se encontró una diferencia de tiempo entre el procesamiento de los dibujos y las palabras, lo que sugiere que los dibujos tienen una vía directa al almacén. Además, los cambios observados durante el envejecimiento normal en el procesamiento de la información semántica verbal y no verbal podrían ser el resultado de una dificultad para el uso de fuentes atencionales, una reducción en la capacidad de la memoria de trabajo y una menor eficiencia de los mecanismos de inhibición debido a una pérdida selectiva de neuronas.

Proyecto apoyado por CONACyT (27699-H) y PAPIIT (IN-308500)

## INTRODUCCIÓN

---

La memoria semántica se refiere al conocimiento de objetos, hechos y conceptos, así como de las palabras y su significado, lo que permite una interacción con el mundo (Kutas e Irigui, 1998; Lambon Ralph et al., 1997; Tulving, 1987). El interés que ha surgido por estudiar la organización y el acceso a la memoria semántica proviene de la evidencia neuropsicológica de pacientes con desórdenes específicos en la denominación y en la comprensión de estímulos verbales y no verbales (Beauvois, 1982; Warrington, 1975).

Actualmente, existe la controversia de cómo es el procesamiento semántico de estímulos verbales y no verbales; es decir, aún no hay algún consenso acerca de si los estímulos verbales y no verbales son procesados dentro de un mismo almacén semántico o en distintos almacenes y si estos estímulos acceden a través de una sola vía o por vías independientes. Para intentar aclarar esta controversia, dentro de la psicología cognitiva han postulado diferentes hipótesis acerca de la organización y del acceso a la memoria semántica de las figuras y las palabras, por medio del paradigma de facilitación semántica, en el cual se presentan tareas de decisión léxica, tareas de denominación y tareas de categorización. Esto surgió a partir de las preguntas centrales acerca de cuál era la modalidad o la "forma" de los códigos internos y qué tipos de transformaciones se daban cuando se llevaba a cabo una tarea de denominación, de lectura o ante diferentes tipos de tareas. Las hipótesis sobre la memoria semántica que han tenido más auge son:

- 1) Hipótesis dual, en la que se postula que el conocimiento semántico está representado internamente por un código para lo verbal, así como por un código pictórico. La recuperación de alguno de los códigos depende de la demanda de la tarea; generalmente, las figuras y los objetos tienden a activar los códigos pictóricos, y las palabras habladas y escritas activan a los códigos verbales. Por supuesto, existe una comunicación interna entre ambos sistemas de codificación (Paivio 1971, 1978).
  
- 2) Hipótesis de un código interno central, abstracto, amodal y proposicional para el almacenamiento de la memoria a largo plazo, la cual postula que existe un sistema concreto y pictórico para la percepción de eventos externos, figuras y objetos y otro sistema verbal para las palabras. En concreto, existe un sólo almacén semántico, el cual tiene un código abstracto, que está conectado por una parte, con el sistema concreto y pictórico, y por otra parte, con el sistema verbal que da la comprensión y producción del lenguaje, y la interacción de estos dos sistemas se da por medio un conjunto de sistemas de registro que quedan almacenados a largo plazo (Barret y Rugg, 1990; Nigman et al., 1992; Potter, 1979; Pratarelli, 1994; Seymour, 1979; Snodgrass, 1980, 1984; Theios y Amrhein, 1989).
  
- 3) Hipótesis léxica, que tiene como base la hipótesis dual. En esta hipótesis se postula que existen diferencias en el tiempo en que se procesan los estímulos verbales y los estímulos no verbales para llegar a la misma memoria semántica, debido a que el procesamiento de la información verbal debe pasar por una fase lingüística antes de

llegar a la memoria semántica, dando como resultado que los estímulos no verbales accedan más rápido al almacén semántico (Glaser y Glaser, 1989).

Algunos estudios han reportado que cuando se realiza una tarea de categorización semántica con pares de palabras, los tiempos de reacción son significativamente más largos que cuando se lleva a cabo una tarea de categorización con pares de figuras (Glaser y Döngelhoff, 1984; Glaser y Glaser, 1989; Irwin y Lupker, 1983; Segui y Fraise, 1968; para revisión Glaser, 1992).

Otro tema de interés en el campo de la psicología, y el cual está relacionado con lo anterior, es saber si el procesamiento de la información semántica sufre algún cambio asociado a la edad. Esto es de suma importancia, ya que caracterizar el procesamiento semántico durante el envejecimiento normal podría proporcionar datos pre-clínicos para realizar un diagnóstico precoz entre un envejecimiento normal y un patológico. Esto puede ser estudiado a través de obtener un mayor conocimiento acerca de qué cambios anatómo-fisiológicos y qué funciones cognitivas sufren cambios durante el envejecimiento normal y de qué manera repercuten en el procesamiento cognitivo.

Se ha mostrado que durante el envejecimiento normal existe una atrofia en los axones y las dendritas de las neuronas, hay presencia de placas seniles y redes neurofibrilares, así como una tendencia de las neuronas supervivientes para compensar la pérdida o atrofia de otras neuronas y sus proyecciones. Estos cambios anatómicos se observan en distintas regiones subcorticales como el locus coeruleus, hipocampo, amígdala, cerebro anterior basal y tálamo;

estructuras importantes para el aprendizaje, la memoria y el razonamiento (Selkoe, 1992). b Las regiones corticales que parecen estar más afectadas por la edad son aquellas que sostienen las funciones de asociación superiores, principalmente la corteza frontal y en menor medida la corteza parietal y las regiones del lóbulo temporal medial (Banich, 1997).

Desde una perspectiva neuropsicológica, se ha demostrado que las funciones cognitivas que se encuentran más deterioradas con la edad son el aprendizaje de nuevas habilidades, las funciones ejecutivas, la atención dividida, el razonamiento abstracto, la inteligencia fluida y la evocación, en especial el recuerdo libre (Robbins et al., 1994; Salthouse, 1996). Con respecto a la memoria, en el envejecimiento normal se ha reportado que la memoria episódica es la que más se afecta, ya que disminuye la capacidad para recuperar eventos particulares de la vida, mientras la memoria semántica se conserva relativamente estable. En las pruebas que evalúan la memoria semántica los ancianos presentan pequeños cambios en vocabulario, información y comprensión, sin mostrar deterioro en las pruebas de facilitación semántica, asociaciones verbales y categorías semánticas (Graf, 1990; Java y Gardiner, 1991; Karayanidis et al., 1993; Kutas e Iragui, 1998; Swick y Knight, 1997).

Debido a que los cambios más evidentes del cerebro de una persona ocurren en las etapas tardías de la vida, se han postulado dos hipótesis que tratan de explicar por qué las funciones cognitivas cambian con la edad. Una de ellas, argumenta que existe un deterioro general de todas las funciones cognitivas debido a una lentificación general en la velocidad del procesamiento de la información (Cerella, 1990; Salthouse, 1985). En contraste, la segunda hipótesis postula que los deterioros que se presentan con la edad son más bien específicos,

como un déficit en el proceso de inhibición que depende principalmente del lóbulo frontal, el cual sufre cambios importantes en el envejecimiento normal (Hasher y Zacks, 1988).

La mayoría de los estudios que se han llevado a cabo sobre el procesamiento semántico de estímulos verbales y no verbales, han utilizado medidas fuera de tiempo "off-line" (tiempos de reacción y respuestas conductuales). En estos paradigmas se infiere lo que sucede durante la realización de tareas cognoscitivas. En años recientes, se han desarrollado técnicas neurofisiológicas que permiten obtener información más específica acerca del procesamiento semántico. Una de estas técnicas es el registro de los Potenciales Relacionados a Eventos (PREs), los cuales permiten estudiar en línea "on-line" los procesos neuronales que subyacen a procesos cognoscitivos. El componente N400 ha sido utilizado para evaluar las funciones cognoscitivas asociadas al procesamiento semántico. Los primeros en describir este componente fueron Kutas y Hillyard (1980, 1984), el cual es una onda negativa que se genera ante la presentación de un enunciado donde la última palabra es incongruente con su contexto, relativo al enunciado con la terminación congruente; este componente no sólo ha sido sensible a la incongruencia semántica, sino también a sutiles variaciones en los constructos semánticos; es decir, a menor relación semántica mayor negatividad. Este componente también ha sido generado utilizando palabras escritas (Harbin et al., 1984), auditivas (Neville, 1985) y dibujos (Barret y Rugg, 1989; Bobes et al., 1996; Holcomb y McPherson, 1994).

Este componente ha sido utilizado para estudiar si existen cambios del procesamiento semántico asociados a la edad. Se ha encontrado, por una parte, utilizando estímulos verbales

un disminución del componente N400 y un corrimiento de latencia (Gunter et al., 1992; Harbin et al., 1984; Iragai et al., 1996; Kutas e Iragai, 1998) y, por otra parte, por medio de la presentación de estímulos no verbales que han mostrado un corrimiento de latencia sin cambios en la amplitud (Friedman et al., 1989) y otros estudios, en los cuales se encontraron diferencias de amplitud y corrimiento de latencia asociados a la edad (Castillo et al, 1997; Ostrosky-Solis et al., 1998).

A pesar que este componente ha sido ampliamente empleado, ninguno de los estudios han intentado utilizar al componente N400 para estudiar la organización y el acceso a la memoria semántica de estímulos verbales y no verbales. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio es utilizar los PRÉs para proporcionar datos de lo que sucede durante el procesamiento de la información que ayuden a aclarar qué hipótesis refleja el procesamiento de la información semántica, así como caracterizar el procesamiento semántico asociado a la edad que ayuden a realizar un diagnóstico precoz, confiable y preciso de un envejecimiento patológico.

El objetivo del presente estudio fue: 1) obtener índices electrofisiológicos sobre la organización y el acceso a la memoria semántica de estímulos verbales y no verbales que reflejen el procesamiento semántico sugerido por las distintas hipótesis propuestas por la psicología cognitiva y 2) caracterizar el procesamiento semántico en el envejecimiento normal para saber si se conserva o modifica debido al incremento en la edad.

El presente trabajo está conformado por ocho capítulos los cuales presentan los siguientes contenidos:

- capítulo uno la definición de memoria semántica, así como su clasificación y las estructuras involucradas,
- capítulo dos consiste en una revisión de las aportaciones teóricas acerca del procesamiento semántico de estímulos verbales y no verbales,
- capítulo tres se refiere a los cambios neuropsicológicos, anatómicos y químicos que se encuentran asociados a la edad, los cuales podrían afectar a la memoria semántica,
- capítulo cuatro se aborda la relevancia de la técnica de potenciales relacionados a eventos para el estudio del procesamiento semántico de estímulos verbales y estímulos no verbales y de los cambios de la memoria semántica durante el envejecimiento normal,
- capítulo cinco se presenta la justificación, los objetivos y las hipótesis del trabajo,
- capítulo seis se plantea el desarrollo de la investigación sujetos, material, procedimiento conductual y electrofisiológico, así como el análisis estadístico realizado,
- capítulo siete se presentan los resultados conductuales y electrofisiológicos obtenidos y,
- capítulo ocho se realiza una breve discusión de los resultados obtenidos y las conclusiones del trabajo.



---

## MEMORIA

### 1.1. Definición

La habilidad para recordar hechos y eventos pasados cuando se requieren, es uno de los aspectos más sorprendentes de la cognición humana, ya que el ser humano depende constantemente de la memoria. La *memoria* es el nombre que se da a la habilidad que tienen los organismos para adquirir, retener y utilizar la información, e implica la retención durante intervalos cortos y/o largos del conocimiento de eventos presentes o pasados (Stillings et al., 1995; Tulving, 1987).

Estudios en el campo de neurobiología y de la psicología han revelado que la memoria no es un constructo unitario, sino que existen diversos sistemas interconectados que sirven para distintos propósitos y están organizados en diferentes formas. Dichos sistemas dependen de varias estructuras anatómo-funcionales que están conectadas entre sí (Bermejo et al., 1993; Ostrosky-Solis et al., 1995; Tulving, 1987; Wilson, 1996).

### 1.2. Clasificación

A la memoria se le ha clasificado de distintas formas:

a) De acuerdo al procesamiento de la información, e incluye tres etapas: 1) codificación, que comprende la llegada del estímulo, 2) almacenamiento, que consiste en el registro y retención de los estímulos durante cierto tiempo e involucra el proceso de consolidación de la

información, y 3) evocación, que es la recuperación de la información previamente almacenada desencadenada por un evento (Baddeley, 1990; Mesulam, 1990).

b) Con base al tiempo que dura la información en una etapa: 1) memoria sensorial (MS), es la entrada de la información externa que llega a través de distintas modalidades (visual, auditiva, táctil y olfativa) durante un periodo breve de tiempo, normalmente de medio segundo a un segundo y no requiere de fuentes atencionales, sin embargo, si la información es relevante y se logra retener por más tiempo se transfiere a la siguiente etapa, 2) memoria a corto plazo (MCP), es una memoria que cuenta con una cantidad limitada de información con una duración pequeña de tiempo (horas, días o semanas), y al igual que la MS, si es importante para el sujeto pasa a la siguiente etapa, y 3) memoria a largo plazo (MLP), que se define como la etapa en donde se almacena una cantidad ilimitada de información por un periodo de tiempo indefinido (Atkinson y Shiffrin, 1968; Squire, 1987).

En años recientes, se han desarrollado dos divisiones dentro de la MCP; memoria inmediata y memoria operativa. La primera, se refiere a la memoria que tiene la capacidad de retener la información por un tiempo breve. Por otra parte, la memoria operativa se refiere al sistema temporal que mantiene y manipula la información dentro de la MCP, la cual es necesaria para la ejecución de tareas cognitivas complejas, como la comprensión del lenguaje, el aprendizaje, el razonamiento, la aritmética y la concentración, entre otras. (Baddeley, 1992, 1998).

Baddeley y Hitch (1974) (citado en Baddeley, 1998) propusieron que en la memoria operativa existe un *sistema ejecutor central* que opera en conjunto con dos subsistemas esclavos, el *ciclo fonológico* y el *boceto visoespacial*. El ejecutor central, es un sistema de control atencional, que tiene el papel de coordinar la información de los dos subsistemas esclavos, además, de ayudar a recuperar información de la MLP y de aplicar estrategias para recordar mejor. El ciclo fonológico almacena y repasa la información basada en el lenguaje y es necesaria para la adquisición del vocabulario de la lengua nativa como de una segunda lengua. Este ciclo tiene dos componentes: un almacén fonológico que puede tener información acústica o hablada por uno o dos segundos, y un procesador de control articulatorio que puede mantener el material dentro del almacén fonológico por medio de la repetición subvocal, y permite registrar en el almacén fonológico el material presentado de manera visual por medio de la subvocalización. Por último, el boceto visoespacial se encarga de mantener y manipular la información visual (p.ej., la apariencia visual de un objeto) y espacial (p.ej., la localización de un objeto).

También la MLP ha sido subdividida e intercorrelacionada de distintas formas. Graf y Schacter (1985) utilizan los términos de memoria explícita y memoria implícita para hacer referencia a una distinción de la memoria sólo de manera descriptiva. En la memoria explícita existe un recuerdo consciente de eventos pasados y de su origen, mientras la memoria implícita opera sin consciencia.

Por otra parte, Zola-Morgan y Squire (1985) realizaron una subdivisión de memoria declarativa y memoria de procedimiento. La memoria declarativa se refiere a la memoria de

hechos y eventos que ocurrieron en tiempos pasados, y en donde el sujeto es consciente de cómo, cuándo y dónde sucedieron éstos, por lo que la evocación de la información se puede realizar de manera intencional y ser declarada explícitamente. Por otra parte, la memoria de procedimiento permite y facilita a los organismos retener el aprendizaje entre un estímulo y su respuesta. Se adquiere lentamente y su expresión sólo es posible a través de la conducta. Ocurre de manera automática y en ausencia de una atención directa, es decir, las habilidades son aprendidas implícitamente y en forma inconsciente. Así, la memoria explícita es análoga a la memoria episódica y semántica, mientras que la memoria implícita a la memoria de procedimiento.

La MLP ha sido también clasificada en sistemas separados, pero a su vez relacionados, como memoria episódica y memoria semántica (Tuving, 1987). La memoria episódica es el sistema que facilita a la gente recordar sucesos personales del pasado que son guardados por el sujeto de una manera consciente; es una memoria autobiográfica. Esta memoria se evalúa a través del recuerdo y del reconocimiento de palabras específicas, dibujos e historias a los que el sujeto fue expuesto previamente. La memoria semántica se refiere al conocimiento que se tiene acerca del significado de palabras, objetos y eventos, así como las reglas para manipular estos símbolos y conceptos que permiten una interacción con el mundo. Se comparte culturalmente, es independiente del nivel sociocultural, no es específica en el tiempo y tiene componentes que se adquieren en las primeras etapas de la vida. Se evalúa a través de pruebas de información, vocabulario, fluidez verbal y denominación de objetos.

### 1.3. Correlación anatómo-funcional de los tipos de memoria

Los estudios de la neurobiología y las técnicas de neuroimagen han intentado realizar una correlación anatómo-funcional de los distintos tipos de memoria con diversas estructuras cortico-subcorticales, es decir, diferentes sistemas que interactúan para un propósito se localizan en diferentes sistemas neuronales. En la tabla 1.1 se presenta un resumen de la relación entre los tipos de memoria y su substracto anatómico.

Entre las áreas subcorticales que participan en el proceso de memoria se encuentra el Circuito de Papez, que esta formado por el hipocampo, la amígdala y el giro hipocampal, aunque también el hipotálamo, los núcleos tálamicos y los cuerpos mamilares (Kandel et al., 2000; Wilson, 1996).

Las evaluaciones neuropsicológicas de pacientes amnésicos con lesiones en el diencefalo presentan una tasa normal de olvido aunque demuestran un almacenamiento y evocación anormal. En contraste, la amnesia asociada con un daño en el lóbulo temporal ocasiona una tasa excesiva de olvidos en donde se encuentran involucrados tanto el hipocampo como la amígdala (Mesulam, 1990). Estudios pioneros, encontraron que el lóbulo temporal medial es la zona donde parece que se genera la mayoría de respuestas asociadas a la memoria; es decir, es la región cortical que se encuentra fuertemente ligada con la cantidad almacenada de información y es necesaria para mantener la huella de memoria (Squire, 1987). Otra área cortical involucrada en el proceso de memoria es el lóbulo frontal, que está relacionado con la codificación y el almacenamiento de la información acerca de circunstancias temporales o contextos de los eventos de la vida.

Los estudios de neuroimagen han mostrado qué regiones se participan más durante una tarea que evalúa el tiempo en que dura la información. En la MCP son las áreas anteriores y dorsolaterales del lóbulo frontal y el hipocampo, mientras que en la MLP el hipocampo parece participar como un depósito temporal. Su principal función es transferir la nueva información adquirida a otras áreas de la corteza cerebral, para su almacenamiento. Además, ayuda a conservar las huellas de memoria y filtrar la información irrelevante.

La memoria operativa (o de trabajo) parece depender de la integridad de las áreas sensoriales primarias, del lóbulo prefrontal, del núcleo dorsomedial del tálamo y del neoestriado (Mangone et. al., 1999). El ejecutor central involucra el lóbulo frontal y parietal, el ciclo fonológico la interacción del lóbulo frontal con regiones posteriores y el boceto visoespacial de las regiones parieto-occipital (Baddeley, 1992, 1998).

En otras investigaciones, se ha sugerido que en el hipocampo se procesa la información consciente de los eventos (memoria explícita). En cambio, las estructuras que están involucradas con la memoria implícita son la amígdala y el cerebelo. Lesiones en la amígdala interfieren con las respuestas condicionadas, mientras que las lesiones del cerebelo interfieren con varias formas de aprendizaje motor (Squire, 1984). Las regiones corticales que participan son el lóbulo temporal medial para la memoria explícita y la región prefrontal tanto en la memoria explícita como implícita.

En la clasificación realizada por Tulving (1987) los estudios funcionales han mostrado que el lóbulo frontal, el cíngulo, el tálamo, el putamen y el hipocampo participan en la

memoria episódica. Asimismo, se ha observado ante una tarea de memoria episódica, que la codificación de la información es realizada por la corteza frontal izquierda, mientras que la evocación de la información depende de la región frontal derecha (Baddeley, 1998; Nyberg et al., 2000). En la memoria semántica intervienen el cíngulo anterior, la corteza prefrontal derecha, el lóbulo temporal izquierdo y la región centroparietal, para llevar a cabo el procesamiento de la información (Ostrosky-Solis et al., 1998; Van-Wielink, 2000).

Tabla 1.1. Diferentes sistemas neuronales asociados a la memoria.

Clasificaciones de la memoria	Regiones involucradas	Subdivisiones
Codificación	Circuito de Papez y lóbulo frontal.	
Almacenamiento	Lóbulo temporal, frontal e hipocampo.	
Evocación	Diencefalo, lóbulo frontal.	
Memoria sensorial	Vías aferentes de todos los sistemas sensoriales.	
Memoria a corto plazo	Regiones anteriores y dorsolaterales del lóbulo frontal anterior e hipocampo.	
Memoria inmediata	Lóbulo temporal.	
Memoria operativa	Áreas sensoriales primarias, lóbulo prefrontal, núcleo dorsomedial del tálamo y región del neuroestriado.	<p>Ejecutor central (lóbulo frontal y parietal)</p> <p>↓</p> <p>Ciclo fonológico (interrelación entre el lóbulo frontal y regiones posteriores)</p> <p>←</p> <p>Boceto visoespacial (áreas parieto-occipitales)</p>



Memoria a largo plazo	Las regiones del hipocampo transfieren información aprendida a otras áreas de la corteza cerebral.	
Memoria explícita	Lóbulo frontal, lóbulo temporal medial e hipocampo.	
Memoria implícita	Amígdala, cerebelo y lóbulo prefrontal.	
Memoria episódica	Cíngulo, tálamo, hipocampo y lóbulo frontal.	
Memoria semántica	Cíngulo anterior, corteza prefrontal derecha, lóbulo temporal izquierdo y región centroparietal.	

## PROCESAMIENTO SEMANTICO DE DIBUJOS Y PALABRAS

Actualmente, existe la controversia y escasa evidencia experimental acerca de cómo es el procesamiento semántico de estímulos verbales y no verbales; es decir, aún no hay algún consenso acerca de si los estímulos verbales y no verbales son procesados dentro de un mismo almacén semántico o en distintos almacenes y si estos estímulos acceden a través de una sola vía o por vías independientes (Cappa et al., 1998; Caramazza et al., 1990; Glaser, 1992; Lamborn Ralph et al., 1997; Riddoch et al., 1988; Seifert, 1997; Shallice, 1987; Theios y Amrhein, 1989). El interés de estudiar estos dos aspectos de la memoria semántica, surgió a través de la evidencia neuropsicológica de pacientes que presentan desórdenes específicos en la denominación (Beauvois, 1982) y comprensión (Warrington, 1975) de estímulos verbales y no verbales, respectivamente. Estudios con pacientes que han sufrido de daño cerebral, muestran un deterioro diferencial en la comprensión de dibujos y palabras; por ejemplo, pacientes que sufren de agnosias asociativas presentan un deterioro específico en el reconocimiento de objetos visuales o dibujos, sin presentar problemas en la comprensión de palabras (Bub et al., 1988; McCarthy y Warrington, 1988).

El primero en explorar lo que sucedía al leer una palabra y denominar un dibujo fue Cattell en 1886 (citado en Glaser, 1992), quien postuló que existen diferencias en el tiempo de procesamiento de palabras y dibujos, porque a los sujetos que evaluó les tomó menos tiempo en leer una palabra que en denominar un dibujo, y concluyó que el tiempo que se requiere para denominar un estímulo no verbal depende de lo que se tarde en recuperar el nombre

del dibujo, mientras que la lectura es un proceso automático debido a su repetición constante en la vida diaria.

A partir de los hallazgos de Cattell, surgieron distintas explicaciones que intentaban entender el por qué existían tiempos diferentes en el procesamiento de palabras y dibujos. Brown (1915) sugirió que si al sujeto se le proporcionaba un entrenamiento adicional en las tareas de denominación, esto podría disminuir el tiempo para denominar, hasta llegar a igualar el tiempo de la lectura de palabras. Sin embargo, su idea fracasó, porque a pesar de que el tiempo para denominar un dibujo fue reducido, nunca fue igual o menor que el tiempo que se requiere para leer una palabra. Otra explicación en términos de compatibilidad fue realizada por Fraisse (1969), quien argumentaba que para la lectura de palabras se requiere de una sola respuesta determinada por lo que se encuentra escrito, mientras que para denominar un dibujo existen varias vías. Encontró que el mismo estímulo que presentó a los sujetos: el símbolo "O", fue denominado como "círculo" en 619 milisegundos y como "cero" en 514 milisegundos, mientras que fue leído como "oh" en 453 milisegundos (para revisión, Glasser, 1992).

En la actualidad, se ha postulado que las palabras y los dibujos pasan por modalidades sensoriales y operaciones perceptuales específicas. Además, algunos estudios sostienen que al igual que las palabras, el procesamiento de las figuras se facilita si son precedidas por un estímulo relacionado semánticamente, sugiriendo que el acceso a la representación semántica de las figuras, posiblemente está organizado de manera similar a las palabras (Bajo, 1988). Esto ha sido mostrado por medio de la teoría de "redes de la memoria semántica" realizada

por Collins y Loftus (1975). Estos autores postularon que los conceptos están representados por nodos interconectados por una variedad de relaciones, tales como miembros de una misma categoría, relaciones funcionales y/o de propiedad. Es decir, siempre que un concepto es presentado, sea una palabra o un dibujo, su nodo correspondiente en la memoria semántica se activa, y esta activación se esparce automáticamente a los nodos relacionados incrementando el acceso a los conceptos relacionados.

En el campo de la psicología cognoscitiva se han postulado diferentes hipótesis para tratar de explicar cómo es la representación de palabras y de dibujos en el sistema de la memoria semántica cuando se denomina, se lee o se hacen diferentes tipos de tareas. Esto surgió a partir de las preguntas centrales acerca de cuál era la modalidad o la "forma" de los códigos internos y qué tipos de transformaciones se daban cuando se llevaba a cabo una tarea de denominación, de lectura o ante diferentes tipos de tareas. Las hipótesis acerca del procesamiento semántico que han tenido más auge son:

- 1) Hipótesis de un código dual. Sostiene que cuando se presenta una figura y su nombre, acceden a diferentes sistemas de memoria semántica. Esto se debe, posiblemente, a que el conocimiento semántico está representado internamente por un código verbal, así como por un código pictórico. La recuperación de alguno de los códigos depende de la demanda de la tarea; generalmente, las figuras y los objetos tienden a activar los códigos pictóricos, y las palabras activan a los códigos verbales. Por supuesto, existe una comunicación interna entre ambos sistemas de codificación (Paivio, 1971, 1978). En el esquema 2.1. se muestra la representación de la hipótesis dual.

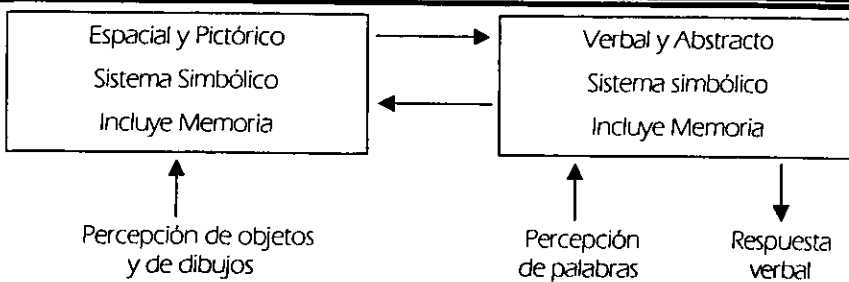
2) Hipótesis de un código interno central, abstracto, amodal y proposicional. Esta hipótesis hace referencia al almacenamiento de la memoria a largo plazo. Postula que existe un sistema concreto y pictórico para la percepción de eventos externos, figuras y objetos y otro sistema verbal para las palabras. En concreto, existe un sólo almacén semántico, el cual tiene un código abstracto, que está conectado por una parte, con el sistema concreto y pictórico, y por otra parte, con el sistema verbal que da la comprensión y producción del lenguaje, y la interacción de estos dos sistemas se da por medio un conjunto de sistemas de registro que quedan almacenados a largo plazo (Barret y Rugg, 1990; Nigman et al., 1992; Potter, 1979; Pratarelli, 1994; Seymour, 1979; Snodgrass, 1980, 1984; Theios y Amrhein, 1989). En el esquema 2.2. se representa esta hipótesis.

3) Hipótesis léxica. Esta hipótesis surgió de la hipótesis dual, sin embargo, establece que existe una vía de acceso directa a la memoria semántica para estímulos no verbales, y otra vía para los estímulos lingüísticos, los cuales deben de pasar, primero, por un sistema léxico para poder llegar a la memoria semántica (Glaser y Glaser, 1989; Levelt, 1989). En otras palabras, la hipótesis léxica predice que las palabras requieren de más tiempo para llegar al almacén semántico en comparación a las figuras cuando se realiza una tarea de categorización, debido a que el procesamiento de una palabra debe pasar por una fase léxica antes de que se alcance un código abstracto, dando como resultado que las figuras sean privilegiadas para llegar al almacén semántico. En el esquema 2.3. se demuestra la representación de esta hipótesis.

Para probar estas hipótesis se han utilizado técnicas de doble estimulación (Kantowitz, 1974), en donde se presentan dos figuras, dos palabras y/o una figura y una palabra en manera simultánea o temporal en tareas de decisión léxica, denominación y categorización semántica. Los paradigmas más utilizados son:

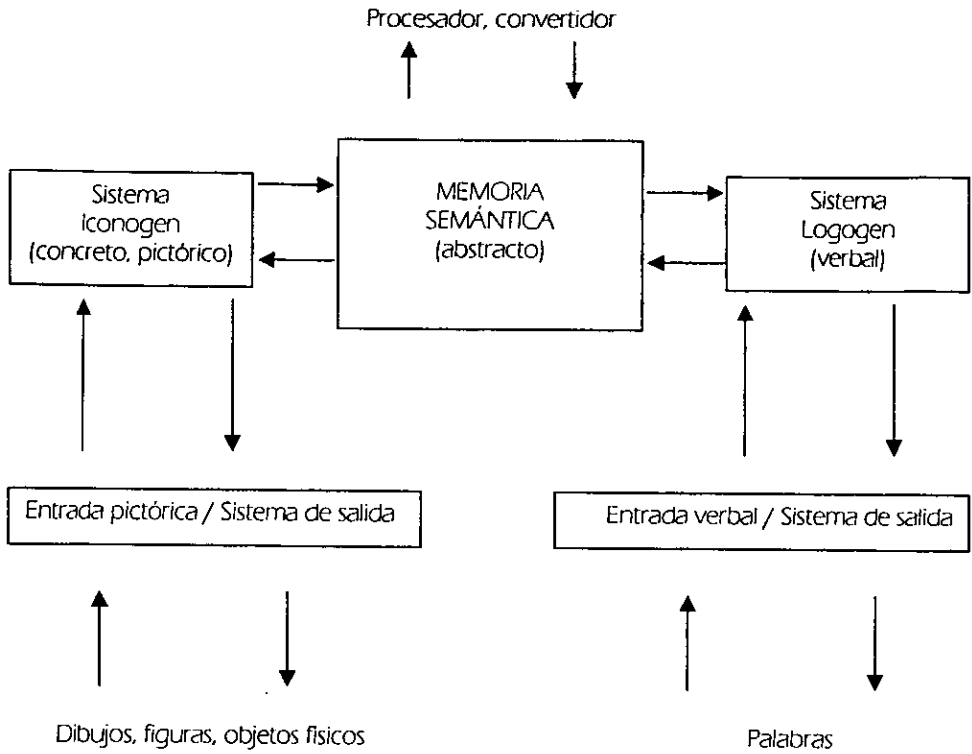
- 1) Paradigma de igualación. Se presentan dos estímulos que son comparados de acuerdo a la regla específica, por ejemplo, cuando se presentan dos figuras, como la de un perro y un gato, y el sujeto tiene que decidir si pertenecen a la misma categoría supraordinada.
- 2) Paradigma de facilitación. La facilitación depende del procesamiento voluntario o involuntario de un estímulo, y se refleja en la latencia de la respuesta. Es decir, si un estímulo blanco es precedido por un estímulo relacionado, el tiempo que se requiere para decidir si se relacionan o no es más corto, en comparación del tiempo que se requiere cuando se presenta un estímulo que no se relaciona.
- 3) Paradigma de Stroop. Se presenta un estímulo distractor que interfiere con la respuesta de un estímulo blanco.

Esquema 2.1. Representación de la hipótesis dual



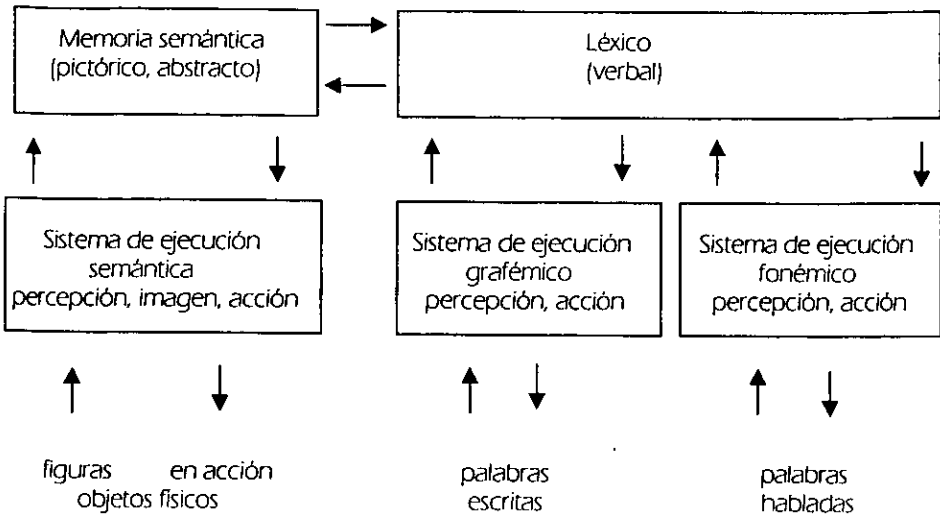
Paivio (1971, 1978)

Esquema 2.2. Representación de la hipótesis central, abstracta, amodal y proposicional



Barret y Rugg (1990); Nigman et al. (1992); Potter (1979); Pratarelli (1994);  
Seymour (1979); Snodgrass (1980, 1984); Theios y Amrhein (1989).

Esquema 2.3. Representación de la hipótesis léxica



Glaser y Glaser (1992)

### 2.1. Categorización semántica de estímulos verbales y no verbales

Diversos estudios, que han utilizado este tipo de paradigmas, encontraron que cuando se realiza una tarea de denominación de dibujos donde se presenta a un sujeto la figura de una silla y se le pregunta "¿Qué es?", puede responder de diferentes formas: "mueble, silla o silla de cocina". Para explicar por qué existen distintas respuestas para un dibujo, Rosch (1975) y Rosch et al. (1976) postularon que es debido a que existen tres diferentes niveles de procesamiento de categorización:



- 1) Nivel básico. Es el nivel de procesamiento de categorización utilizado al responder "silla", y hace una clasificación de la vida diaria con base a un gran número de características perceptuales y funcionales.
- 2) Nivel subordinado. Se realizan distinciones adicionales dentro del nivel básico de categorías, por ejemplo, "silla de cocina". Para dibujar un objeto subordinado se requiere de un objeto básico pero con énfasis en sus características específicas.
- 3) Nivel supraordinado. Cuando se responde "mueble", se realiza una categorización supraordinada que se basa en reglas abstractas y es en dónde se agrupan los objetos del nivel básico, por ejemplo, mesa, silla y escritorio son miembros de la categoría supraordinada de muebles.

Este análisis de los niveles de procesamiento de categorías condujo a realizar una diferencia entre las tareas de denominación y categorización. Cuando hablamos a una tarea de denominación nos referimos a las respuestas verbales del nivel básico, es decir, si preguntamos "¿Qué es?" se puede responder "silla", mientras que en una tarea de categorización estamos hablando de las respuestas que se da a un nivel supraordinado, en dónde se pregunta "¿Silla y mesa son miembros de una misma categoría supraordinada" se puede responder "sí".

En los estudios de categorización semántica, donde han medido tiempos de reacción, se ha encontrado que éstos son mayores al realiza una categorización de niveles supraordinados

como "muebles, herramientas o animales" en comparación con una tarea de denominación de niveles básicos como "silla, martillo o gato". Por otra parte, cuando se realiza una tarea de categorización de palabras, el tiempo que se requiere para decidir si ambos estímulos son de la misma categoría es mayor en comparación del tiempo que se necesita para leer una palabra. Sin embargo, con respecto a los hallazgos de la diferencia de tiempo entre ambos estímulos, los autores difieren. Se ha reportado lo siguiente: Glaser y Dünghoff, (1984) de 126ms; Glaser y Glaser, (1989) 95 ms; Inwin y Lupker, (1983) de 66 ms y Fraisse (1968) de 75 ms.

---

## ENVEJECIMIENTO NORMAL

En los capítulos anteriores se revisó la clasificación de memoria y las hipótesis propuestas por la psicología cognitiva que intentan explicar cómo es la organización y el acceso de estímulos verbales y no verbales a la memoria semántica. Sin embargo, a pesar de la evidencia que existe acerca de que en el envejecimiento normal se conserva relativamente intacta la memoria semántica, existe escasa información que permita saber con exactitud si la organización del almacén semántico y el acceso a la memoria semántica cambian con la edad o se mantienen relativamente estables. El tener datos que permitan caracterizar como se encuentra el procesamiento semántico verbal y no verbal durante el envejecimiento normal, ayudaría en gran medida a tener datos pre-clínicos útiles para realizar un diagnóstico precoz, confiable y preciso de un envejecimiento patológico. Por tal razón, en este capítulo se realizará una revisión de lo que sucede a un nivel fisiológico y a un nivel conductual durante el envejecimiento normal.

Para la mayoría de los especialistas, el envejecimiento es un proceso que se inicia o se acelera con la edad cronológica y resulta de un incremento en el número y/o rango de desviaciones del estado ideal. Durante el envejecimiento normal existen diversos cambios fisiológicos y conductuales que no pueden ser explicados por enfermedades neuropsiquiátricas, teniendo un inicio insidioso, lentamente progresivo con la suposición que el

proceso se lleva a cabo a nivel subcelular sin dar lugar a signos o síntomas inmediatos (en Ostrosky-Solís, 1996).

### 3.1. Cambios anatómo-funcionales asociados a la edad

Durante el envejecimiento normal existe muerte celular diferencial, ya que puede disminuir en algunas estructuras y en otras no, así como también puede existir una pérdida neuronal hasta cierto grado; menor en hipotálamo y más en la sustancia nigra y en el locus coeruleus. En el hipocampo existe una pérdida del 5% cada década a partir de la segunda mitad de la vida, sin embargo, el desgaste es desigual quedando algunas zonas intactas.

También existe una atrofia en los axones y las dendritas en zonas involucradas en el aprendizaje, la memoria, la planificación y otras funciones complejas. En el hipocampo y en la corteza cerebral se atrofian principalmente las neuronas, mientras que los axones y los cuerpos celulares se atrofian en las neuronas secretoras de la acetilcolina que se proyectan desde la parte basal del cerebro anterior hasta el hipocampo y la corteza cerebral. También existe la presencia de placas seniles de lento desarrollo que se acumulan en cantidades moderadas en los espacios extracelulares del hipocampo, la corteza cerebral, la amígdala, vasos sanguíneos de estas regiones y en las meninges.

Sin embargo, no todos los cambios son negativos. Las neuronas sobrevivientes sufren cambios para compensar la pérdida o la atrofia de otras neuronas y sus proyecciones. Coleman y Flood en 1987 (citado en Selkoe, 1992) observaron un crecimiento dendrítico de las neuronas en ciertas partes del hipocampo y de la corteza cerebral entre la edad de 40 y 70

años, seguido por una regresión entre los 80 y 90 años. Esto sugiere que el cerebro es capaz de un remodelamiento dinámico de sus conexiones neuronales, incluso en edades muy avanzadas dando pie a la posibilidad de terapias que aumenten dicha plasticidad.

### 3.2. Áreas de la corteza cerebral más susceptibles a cambios durante el envejecimiento normal

Las regiones del cerebro que parecen estar más afectadas por la edad son aquellas que sostienen las funciones de asociación, como la corteza frontal y la corteza parietal, y en menor medida las regiones del lóbulo temporal (para revisión, Banich, 1997).

Regiones Frontales - Desde una perspectiva fisiológica, los estudios acerca del tejido neuronal y del flujo sanguíneo de las distintas regiones cerebrales, han sugerido que los cambios más prominentes se localizan en el lóbulo frontal y en las regiones con las cuales tiene conexiones, como son los ganglios basales y el tálamo (Gur et al., 1987; Shaw et al., 1984; Warren et al., 1985). Los datos conductuales también han demostrado que las funciones cognoscitivas, que se llevan a cabo en las regiones frontales, se afectan con la edad. Por ejemplo, en un estudio con sujetos adultos entre un rango de edad de 45 a 65 años, se encontraron problemas en la ejecución de una serie de pruebas que evalúan regiones frontales: tareas de ordenación, prueba del Wisconsin Card Sorting, fluidez verbal, fluidez de diseños y en la prueba de Stroop (Daigneault et al., 1992). En otro estudio, se evaluó a un grupo de sujetos por medio de una batería con 12 pruebas neuropsicológicas para medir regiones frontales, parietales y temporales de ambos hemisferios. Los resultados mostraron que hay diferencias entre jóvenes

y ancianos en las tareas que evalúan áreas frontales, más que en las regiones parietales y temporales (Mittenberg et al., 1989).

Regiones Parietales - Algunas investigaciones sugieren que las tareas que dependen de las regiones parietales suelen ser susceptibles a los efectos del envejecimiento, sin embargo, estos datos no son tan sólidos como los del lóbulo frontal. Con la edad, la disminución de la calidad en la ejecución de ciertas tareas se debe a lesiones parietales, sobretodo en tareas constructivas y visomotoras (Ardilla y Rosselli, 1989; Farver y Farver, 1982). Se ha planteado que el lóbulo parietal derecho puede ser más vulnerable a los efectos de la edad en comparación a la región parietal izquierda, y de hecho, algunos investigadores han propuesto que todo el hemisferio derecho es más susceptible al envejecimiento (Klisz, 1978). Muchas de las pruebas en las cuales las personas ancianas muestran problemas en el hemisferio derecho, son aquellas que conllevan una respuesta motora que conduce a altos puntajes. Por el contrario, existen otros estudios que han evaluado el hemisferio derecho por medio de tareas que no requieren de habilidades motoras, mostrando que no existen deterioros en la ejecución de la tarea. Estas diferencias en los datos obtenidos, se pueden deber a que los procesos periféricos (acciones motoras) son lentificados con la edad, lo que podría obstruir el nivel de ejecución de tareas que requieran de velocidad.

Regiones Temporales - Los lóbulos temporales son de gran importancia para la adquisición de nueva información y su almacén dentro de la memoria a largo plazo de tipo declarativo, lo cual proporciona que esta información pueda ser utilizada de manera flexible y en una variedad de contextos. Mientras que las lesiones del lóbulo temporal no afectan a la integridad

de las memorias adquiridas previamente, si afectan la habilidad para adquirir nueva información. Entre la década de los 60 a los 70 años de vida, los ancianos asintomáticos comienzan a tener una ejecución pobre en pruebas que evalúan la memoria declarativa, en comparación a los jóvenes. Las personas ancianas, generalmente, tiene problemas en tareas que requieren de una búsqueda organizada a través de la memoria para recuperar cierta información, mientras que les es más sencillo reconocer la información que se les presenta ( Craik, 1989). Relativo a la memoria declarativa, la memoria de procedimiento, tiende a permanecer intacta en los ancianos normales, aunque también muestra un deterioro con la edad (Davis et al., 1990).

### 3.3. Cambios neuropsicológicos asociados a la edad

Desde una perspectiva neuropsicológica, se ha demostrado que las funciones cognoscitivas que más se afectan con la edad son el aprendizaje, las funciones ejecutivas, la atención dividida, el razonamiento abstracto, en la inteligencia fluida o Tipo A y en la evocación (Robbins et. al., 1994; Salthouse, 1996).

Debido a que los cambios más evidentes en el cerebro de una persona ocurren en las etapas tardías de la vida, se han propuesto dos hipótesis que tratan de explicar por qué las funciones cognoscitivas cambian con la edad. Una de ellas, argumenta que existe un deterioro general de todas las funciones cognoscitivas. Este decremento se puede representar como una reducción general de los procesos cognoscitivos que sufren de una lentificación general en la velocidad del procesamiento de la información (Cerella, 1990; Salthouse, 1985). La evidencia de esta hipótesis proviene de estudios que han comparado la ejecución de jóvenes y

ancianos a través de una variedad de tareas. Generalmente, los ancianos tienen una ejecución pobre en comparación a los jóvenes, y estas diferencias se encuentran más marcadas cuando la tarea requiere de demandas del procesamiento central, como la búsqueda en la memoria, más que en aspectos periféricos del procesamiento, como en las tareas perceptuales (p. ej., la identificación rápida de estímulos visuales) (Cerella, 1985). Los hallazgos de estos estudios sugieren que en el envejecimiento existe una disminución en la habilidad para procesar tareas de alta complejidad.

En contraste, la segunda hipótesis, argumenta que los deterioros que se presentan con la edad no son generales, sino específicos, como un déficit en el proceso de inhibición (Hasher y Zacks, 1988). La evidencia neuropsicológica es mucho más consistente con esta hipótesis, ya que las tareas que demuestran un deterioro con la edad dependen, en particular, de regiones cerebrales, como el lóbulo frontal y las áreas de asociación posteriores, mientras que las tareas que demandan la participación de áreas que se conservan intactas con la edad, no se ven afectadas. Por lo tanto, los tipos de procesamiento que involucran los aspectos de control inhibitorio, tienden a localizarse en regiones, como el lóbulo frontal, el cual presenta cambios severos durante el envejecimiento.

En lo que respecta a la memoria, en el envejecimiento normal se ve deteriorada la memoria episódica, debido a que disminuye la capacidad para recuperar eventos particulares de su vida, mientras que la memoria semántica se conserva relativamente estable (Graf, 1990; Java y Gardiner, 1991; Karayanidis et al., 1993; Kutas e Iragui, 1998; Swick y Knight, 1997). Las pruebas de memoria semántica aplicadas a los ancianos presentan pequeños cambios en las



subescalas de vocabulario, información y comprensión de la prueba del WAIS-R, conservando intacta la facilitación semántica, las asociaciones verbales y las categorías semánticas (Carrie et. al., 1998). Estudios longitudinales mostraron que al comparar la ejecución de un grupo de ancianos con respecto a un grupo de jóvenes, los ancianos tiene una pobre exactitud, más falsas alarmas y tiempos de reacción más prolongados (Knott et. al., 1999). Sin embargo, los efectos relacionados a la edad en la pruebas de memoria semántica son menos consistentes y parecen depender más de la demanda de la tarea (Carrie et. al., 1998).

---

## POTENCIALES RELACIONADOS A EVENTOS

Los Potenciales Relacionados a Eventos (PREs) son una técnica electrofisiológica *no invasiva* que permite estudiar en tiempo y en secuencia real lo que sucede durante la activación de diferentes sistemas neuronales que subyacen a procesos cognoscitivos específicos, como es el caso de la categorización semántica (Ostrosky-Solis y Chayo-Dichi, 1997). El funcionamiento cerebral está basado en procesos neuronales cuya actividad transcurre en una escala de tiempo muy rápida, por lo que los procesos cognoscitivos pueden ocurrir dentro de un rango de tiempo de milisegundos; por ejemplo, se pueden tomar hasta dos decisiones correctas en un segundo. Es importante señalar que a la fecha solo los PREs permiten evaluar ésta rápida transferencia y procesamiento de la información.

Los PREs se obtienen del electroencefalograma (EEG), el cual consiste en fluctuaciones continuas de voltaje que representan principalmente la suma de potenciales postsinápticos de miles de neuronas. Por medio de la técnica de promediación de señales se obtiene una onda o potencial, que consiste en una serie de picos y deflexiones que han sido clasificadas dentro de diferentes componentes con base en su polaridad, latencia, distribución cerebral y de acuerdo a la manipulación experimental. Los potenciales tienen características específicas: 1) amplitud, que representa la suma de campos eléctricos de un gran número de neuronas que disparan en sincronía, 2) latencia, es el tiempo en que se presenta la máxima amplitud de algún componente (Swaab et al., 1997), 3) morfología, ya que incluye varias crestas de voltaje positivas y negativas que dependen de la modalidad sensorial que fue estimulada, del tipo de

estímulo presentado y de la demanda del procesamiento cognoscitivo requerido y que aparecen en latencias específicas, y 4) distribución topográfica de la actividad eléctrica de cada uno de los componentes sobre la corteza.

Existen dos grupos de componentes involucrados en las respuestas eléctricas que siguen a los eventos sensoriales, perceptuales y cognoscitivos que se representan en la figura 4.1. A las ondas de los PRES que se generan en los primeros milisegundos después de la presentación del estímulo, se les denomina componentes de latencia corta o exógenos. Estos componentes están directamente relacionados a las características físicas y sensoriales de los estímulos, siendo poco sensibles a las variaciones en los estados psicológicos del sujeto y a la naturaleza de interacción entre el sujeto y el estímulo. Al segundo grupo se le llama componentes de latencia larga o endógenos, los cuales son más sensibles a variables psicológicas producidas por un evento y proporcionan un índice útil del tiempo en que ocurren los procesos perceptuales, cognoscitivos y lingüísticos. Estos componentes dependen de la interacción entre el sujeto y el estímulo, por lo que varían en función de diversos factores, tales como la atención, la relevancia de la tarea y la naturaleza del procesamiento que demanda el estímulo.

Diversas investigaciones han tratado de establecer una relación entre los PRES endógenos y el procesamiento de la información que ocurre en el cerebro. Existen potenciales que se generan ante la intención de realizar un movimiento motor (MP) y la expectativa (CNV). Los componentes que se asocian con variables psicológicas complejas son el N100 que se ha asociado con la atención selectiva, el P200 con la discriminación activa de las características del estímulo, el P300 que se genera ante diversas situaciones como tareas de

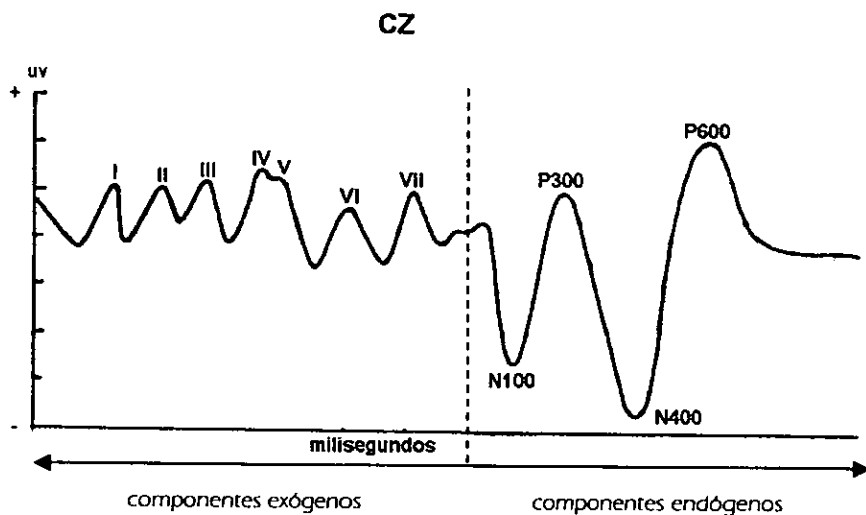
discriminación, resolución de situaciones de incertidumbre y en la actualización de la memoria a corto plazo. Este componente también refleja un rango de procesos que incluyen la disposición de fuentes atencionales (Knott et al., 1999; Ostrosky-Solís et al., 1995; Picton, 1992). En la última década, se ha estudiado el componente N400, el cual se ha asociado a incongruencias semánticas (Kutas y Hillyard, 1980; 1984) y el componente P600 relacionado con el procesamiento sintáctico del lenguaje (Neville et al., 1991; Osterhout y Holcomb, 1992) y con la evaluación de los procesos que varían con la demanda atencional de la tarea (Holcomb, 1988; Picton, 1992). Una interpretación más reciente acerca de estos componentes, es que el N400 es un índice de procesamiento léxico, mientras el P600 es un índice de la memoria de trabajo (Van Petten et al., 1991).

#### 4.1. Componente N400

El N400 se genera ante incongruencias semánticas. El paradigma original involucró la presentación de un enunciado donde la última palabra podía ser congruente o incongruente con su contexto, por ejemplo: "Comí una torta de *jamón*" (condición congruente) vs. "Comí una torta de *lodo*" (condición incongruente). Se ha reportado que la generación del componente N400 se localiza en regiones centroparietales de la corteza cerebral y su amplitud está asociada al grado de incongruencia semántica; es decir, menor relación semántica mayor negatividad (Kutas y Hillyard, 1980; 1984). En la figura 4.2, se presenta una representación del paradigma original. Este componente es una onda negativa que aparece entre los 200 y 600 ms después de la presentación del estímulo con un pico máximo alrededor de los 400 ms. Otra manera de estudiar al componente N400 y, que permite obtener la distribución topográfica, es por medio del efecto N400. En la figura 4.3, se muestra que el efecto se

obtiene a través de la diferencia real de la amplitud que existe entre los potenciales que se obtienen ante la condición congruente e incongruente.

Figura 4.1. Modelo idealizado de los potenciales evocados ante estímulos sensoriales, perceptuales y cognoscitivos

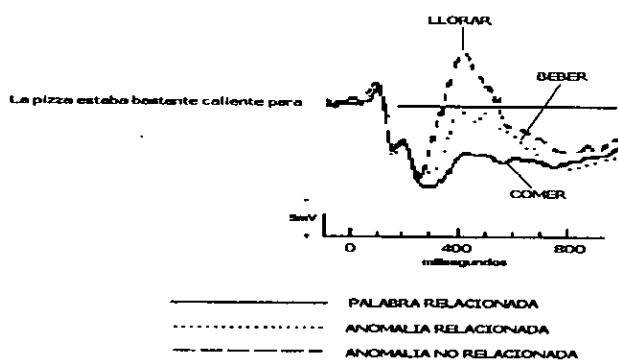


Los componentes exógenos están relacionados a las características físicas y sensoriales del estímulo y se generan durante los 100 ms (eje de las abscisas en milisegundos) posteriores a la presentación de un estímulo con distintas amplitudes (eje de las ordenadas en microvoltios). Los componentes endógenos son sensibles a variables psicológicas producidas por un evento y proporcionan un índice útil del tiempo en que ocurren los procesos perceptuales, cognoscitivos y lingüísticos generados a partir de los 100 ms posteriores a la presentación de un estímulo. (Tomado y modificado de Grass, 1971).

Este componente también se ha generado ante pares de palabras presentadas visualmente (Harbin et al., 1984) y presentadas en la modalidad auditiva (Hamberger et al., 1995; Neville, 1985; Osterhout y Holcomb, 1992), con estímulos no verbales como dibujos (Aveleyra, 1997; Barret y Rugg, 1990; Bobes et al., 1996; Castañeda et al., 1997; Castillo, 1997;

Holcomb y McPherson, 1994; Ostrosky-Solis et al., 1998] y caras (Barret y Rugg, 1989; Friedman et al., 1989). Sin embargo, a la fecha no se han reportado estudios que registren en el mismo sujeto el componente N400 ante una tarea de categorización semántica de pares de palabras y una tarea de categorización semántica con pares de dibujos en una misma sesión.

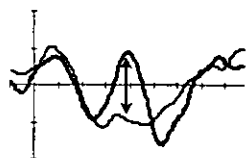
Figura 4.2. Componente N400



Componente N400 en la región Pz. El paradigma original involucró la presentación visual de palabras que variaban en su relación con las palabras previas en una oración. Por ejemplo, la oración: "La pizza estaba demasiado caliente para...", tenía tres finales posibles: una palabra relacionada "comer", anomalía relacionada "beber" y anomalía no relacionada "llorar". Como se observa en la figura, el componente N400 es generado sólo ante las anomalías y es más negativo para las anomalías no relacionadas que las anomalías relacionadas, es decir, la amplitud está asociada al grado de incongruencia semántica; entre menor relación semántica mayor negatividad. Este componente se genera alrededor de los 200 y 600 ms con un pico máximo de amplitud alrededor de los 400 ms localizada, principalmente, en regiones centroparietales de la corteza cerebral (Tomado y modificado de Kutas y Van Petten, 1988).

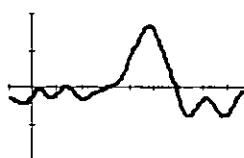
Figura 4.3. Efecto N400

Comparación entre las condiciones



3.5  $\mu$ V

Efecto N400



El efecto N400 (figura derecha) es utilizado para estudiar la distribución topográfica del componente N400. Esto se obtiene a través de la diferencia real de la amplitud que existe entre los potenciales que se generan ante la condición congruente e incongruente (figura izquierda).

#### 4.2. Cambios electrofisiológicos de la memoria semántica en el envejecimiento

Existen pocos estudios que han publicado el uso del componente N400 para evaluar el funcionamiento de la memoria semántica en el envejecimiento normal y, la mayoría de éstos han utilizado estímulos verbales.

- Harbin et al. (1984) fue el primero en registrar el componente N400 en jóvenes (19 a 24 años,  $x=21$  años) y en ancianos (63 a 88 años,  $x=71$  años) durante una tarea que requería realizar una igualdad de identidad (si la última palabra era igual a las cuatro anteriores) o de categorización (si la última palabra se encontraba dentro de la misma categoría que las cuatro anteriores). Se generó el N400 ante las palabras incongruentes en ambos grupos con una mayor latencia en el grupo de los ancianos en comparación al grupo de jóvenes.

- Gunter et al. (1992) examinaron las diferencias de edad por medio de los PREs generados ante la palabra congruente e incongruente que se encontraba al final de cada oración. En este estudio participó un grupo de jóvenes (19-25 años,  $x=21.7$  años) y un grupo de adultos (50-65 años,  $x=56$  años) con alto nivel educativo. El componente N400 generado por los adultos tuvo una latencia mayor y una menor amplitud que el N400 generado por los jóvenes.
- Irigui et al. (1996) presentaron un paradigma de memoria semántica verbal por medio de palabras aisladas, donde reportaron que el efecto N400 fue reducido en amplitud y retrasado en latencia en el grupo control de ancianos ( $x=72$  años) con relación con el grupo de los jóvenes ( $x=24$  años). Ellos sugirieron que en el envejecimiento normal existe una menor eficiencia en el procesamiento de estímulos léxicos con el contexto semántico, lo que podría deberse a dificultades para el uso de las fuentes atencionales, o a una degradación en la memoria semántica debido a asociaciones débiles producto de la edad.
- Kutas e Irigui (1998) en 72 sujetos con un rango de edad de 20 a 80 años, de los cuales 12 sujetos de acuerdo a su edad fueron asignados a seis décadas, durante una tarea de categorización semántica de palabras. Todos los participantes, en cada grupo de edad, generaron el componente N400. El efecto N400 tuvo un decremento en amplitud ( $0.05-0.09 \mu V$  por año,  $r=0.40$ ) y un incremento de latencia ( $1.5-2.1 ms/año$ ,  $r=0.60$ ) con la edad. Kutas e Irigui concluyeron que la amplitud del efecto N400 fue reducida y su latencia lentificada con la edad, consistente con cambios en la



integración del procesamiento semántico asociado a la edad. Es decir, que los cambios en el envejecimiento normal pueden ser el resultado de una reducción en la capacidad de memoria de trabajo, menor eficiencia de los mecanismos de inhibición y una lentificación del procesamiento.

Por otra parte, los estudios que han presentado estímulos no verbales fueron realizados por:

- Friedman et al. (1989) mediante una tarea de relación semántica con dibujos en un grupo de niños ( $x=7$  años), adultos ( $x=25$  años) y ancianos ( $x=70$  años), se encontró que tanto el grupo de los niños como el de los ancianos no fueron diferentes entre sí, pero que cada uno de estos grupos mostró latencias más prolongadas en comparación al grupo de los adultos.
- Castillo (1997) evaluó los efectos del envejecimiento normal por medio del componente N400 durante una tarea de categorización semántica de dibujos con un grupo de jóvenes (20-29 años,  $x=22.3$  años), adultos (30-59 años,  $x=44$  años) y ancianos (60-82 años,  $x=70.9$  años). Los resultados mostraron que con la edad, el efecto N400 fue retrasado en latencia y tuvo una distribución topográfica distinta para cada grupo. En los jóvenes se observó una actividad distribuida por toda la corteza con una mayor amplitud en zonas frontales de hemisferio izquierdo, mientras que en los adultos se generó una mayor actividad en zonas frontales sin mostrar asimetría y en los ancianos aumentó la latencia y disminuyó la amplitud restringiéndose a zonas

centroparietales derechas. Así, la disminución de actividad en zonas frontales en el N400 y el retraso en latencia de ambos componentes podrían estar relacionadas con una disminución atencional, la cual está asociada con la pérdida selectiva de neuronas.

- Ostrosky-Solis et al. (1998) registraron los PREs en un grupo de jóvenes ( $x=24.4$  años), ancianos ( $x=67.8$  años) y pacientes con demencia de tipo Alzheimer (DTA) ( $x=75.4$  años) ante una tarea de categorización semántica con pares de dibujos. Los resultados mostraron que en las zonas centrales y parietales no existieron diferencias en la amplitud del efecto N400, encontrándose mayores diferencias en zonas frontales, frontocentrales y occipitales entre el grupo de los jóvenes y los ancianos. El grupo DAT no generó ninguna amplitud en el gradiente anteroposterior y sólo se observó un efecto N400 muy pequeño en Fc4. El efecto N400 mostró que en el grupo de los jóvenes este componente comenzó alrededor de los 325 milisegundos con un pico máximo a los 400 milisegundos, en el grupo de los ancianos comenzó alrededor de los 350 milisegundos con un pico máximo alrededor de los 470 milisegundos y, en el grupo DAT comenzó a los 350 milisegundos con un pico alrededor de los 490 milisegundos. Se encontraron diferencias significativas sólo entre el grupo de los jóvenes y los otros dos grupos.

En conclusión, los resultados de estas investigaciones han mostrado que existe una lentificación en el procesamiento de la información asociada a la edad y cambios en la distribución topográfica del N400 generado ante tareas que utilizan ya sea estímulos verbales o no verbales. Esto se ha llevado a cabo a través de la presentación de estímulos verbales

como palabras u oraciones, de estímulos no verbales como dibujos o por medio de una presentación cross-modal (dibujos y palabras), siempre por separado a distintos sujetos para posteriormente ser comparados. Sin embargo, no se tiene conocimiento de ninguna investigación que haya comparado los PREs generados ante una tarea de categorización semántica de estímulos verbales y no verbales presentados por separado a un mismo sujeto, para estudiar si la organización y el acceso a la memoria semántica de las palabras y los dibujos se conservan o se modifican diferencialmente debido a los cambios que se generan durante el envejecimiento normal.

Tabla 4.1. Algunas investigaciones electrofisiológicas relevantes acerca del envejecimiento normal utilizando estímulos verbales y no verbales

Autor	Sujetos	Estímulos	Tarea	Resultados
Harbin et al., (1984)	<p>Jóvenes (19 - 24 años, x= 21 años)</p> <p>Ancianos (63 - 88 años, x= 71 años)</p>	Verbales (palabras)	Identidad Categorización semántica	Se generó el componente N400 ante palabras incongruentes en ambos grupos de edad, con una mayor latencia en el grupo de los ancianos.
Gunter et al., (1992)	<p>Jóvenes (19 - 25 años, x= 21.7 años)</p> <p>Adultos (50 - 65 años, x= 56 años)</p>	Verbales (oraciones)	Categorización semántica	En el grupo de los adultos se encontró una reducción en la amplitud y una mayor latencia en el componente N400 en comparación a los jóvenes.
Iragui et al., (1996)	<p>Jóvenes (x= 24 años)</p> <p>Ancianos (x= 72 años)</p>	Verbales (palabras)	Paradigma semántico	El efecto N400 fue reducido en amplitud y retrasado en latencia en el grupo de los ancianos con relación a los jóvenes.
Kutas y Iragui (1998)	72 sujetos con un rango de edad de 20 a 80 años, de los cuales 12 sujetos de acuerdo a su edad fueron asignados a seis décadas.	Verbales (pares de palabras)	Categorización semántica	El efecto N400 tuvo un decremento en amplitud (0.05-0.09 $\mu$ V por año, $r=0.40$ ) y un incremento de latencia (1.5-2.1 ms/año, $r=0.60$ ) con la edad.
Fiedman et al., (1989)	<p>Niños (x= 7 años)</p> <p>Jóvenes (x= 25 años)</p> <p>Ancianos (x= 70 años)</p>	No verbales (dibujos)	Igualación de dibujos	No existieron diferencia de amplitud entre los grupos, pero si una corrimiento de latencia en el grupo de los niños y los ancianos con respecto al grupo de los jóvenes.

Castillo et al., (1997)	<p>Jóvenes (20 – 29 años, x= 22.3 años)</p> <p>Adultos (30 – 59 años, x= 44 años)</p> <p>Ancianos (60 – 82 años, x=70.9 años)</p>	No verbales (pares de dibujos)	Categorización semántica	Con la edad el efecto N400 fue retrasado en latencia y tuvo una distribución topográfica distinta para cada grupo. En los jóvenes se encontró una actividad distribuida por toda la corteza, en los adultos mayor actividad en regiones frontales y en los ancianos la actividad se restringió a zonas centroparietales derechas.
Ostrosky-Solis et al., (1998)	<p>Jóvenes (x= 24.4)</p> <p>Ancianos (x= 67.8)</p> <p>DAT (x= 75.4)</p>	No verbales (pares de dibujos)	Categorización semántica	Entre el grupo de los jóvenes y los ancianos se observó un corrimiento de latencia y diferencias en el efecto N400 en zonas frontales, frontocentrales y occipitales, siendo las regiones centrales y parietales en las que no se encontraron diferencias. El grupo DAT no generó ninguna amplitud en el gradiente anteroposterior y sólo se observó un efecto N400 muy pequeño en Fc4.

## JUSTIFICACIÓN, OBJETIVOS E HIPÓTESIS

### 5.1. Justificación

A pesar de la existencia de experimentos conductuales realizados para tratar de explicar el procesamiento semántico de la memoria, no existe todavía un consenso o datos definitivos que permitan apoyar alguna de las hipótesis propuestas por la psicología cognitiva. Por lo tanto, utilizar técnicas neurofisiológicas, como lo son los PREs, podrían proporcionar datos acerca de los que sucede durante el procesamiento de la información semántica de estímulos verbales y no verbales con el fin de poder apoyar alguna de las hipótesis y, además de comprender mejor como está organizada la memoria semántica.

Aunado a este debate, es de gran importancia dentro de la neuropsicología, poder obtener información acerca de la memoria semántica durante el envejecimiento normal. A pesar de que la memoria semántica se conserva relativamente intacta conforme incrementa la edad, los datos electrofisiológicos ayudarían a caracterizar lo que sucede durante el procesamiento semántico verbal y no verbal para poder llevar a cabo un diagnóstico precoz, confiable y preciso de un envejecimiento patológico.

## 5.2. Objetivo General

Obtener índices electrofisiológicos acerca de la organización y el acceso a la memoria semántica de estímulos verbales y no verbales que reflejen el procesamiento semántico sugerido en las distintas hipótesis. Además, explorar si el procesamiento verbal y no verbal a la memoria semántica se modifica o se conserva durante el envejecimiento normal.

### 5.2.1. Específicos

- a) Obtener y analizar las características de amplitud, latencia y distribución topográfica del efecto N400 generado ante una tarea de categorización semántica para las palabras y los dibujos en un grupo de adultos jóvenes y de adultos mayores.
- b) Comparar las características del efecto N400 generado ante palabras y figuras en cada grupo de edad.
- c) Analizar los cambios electrofisiológicos del procesamiento semántico entre estímulos verbales y no verbales asociados a la edad.

### 5.3. Hipótesis

Ho= No existen cambios de amplitud y distribución topográfica en el efecto N400 generado por los dibujos y las palabras.

H1= Existen cambios en la amplitud y distribución topográfica en el efecto N400 entre los dibujos y las palabras.

Ho= No existen diferencias en la latencia del efecto N400 entre los dibujos y las palabras.

H1= Existen diferencias en la latencia del efecto N400 entre los dibujos y las palabras.

Ho= No existen cambios en la amplitud y la distribución topográfica del efecto N400 asociados a la edad para los dibujos y las palabras.

H1= Existen cambios en la amplitud y la distribución topográfica del efecto N400 asociados a la edad para los dibujos y las palabras.

Ho= No existen diferencias en la latencia del efecto N400 asociados a la edad para los dibujos y las palabras.

H1= Existen diferencias en la latencia del efecto N400 asociados a la edad para los dibujos y las palabras.



---



---

**METODOLOGÍA**
**6.1. Sujetos**

Se registró un total de 24 sujetos, pero debido al exceso de artefactos producidos durante los registros de EEG los datos de seis sujetos fueron desechados. De acuerdo a la edad se formaron dos grupos de estudio. El primer grupo se integró por 10 adultos jóvenes con un rango de edad de 20 a 49 años y el segundo por ocho adultos mayores con un rango de edad de 54 a 74 años. Ambos grupos fueron pareados en escolaridad y lateralidad. La tabla 6.1 describe las características demográficas de la muestra y en la tabla 6.2 las edades específicas de cada uno de los sujetos.

**Tabla 6.1. Características demográficas de los sujetos**

	Rango de edad	Edad x (d.e.)	Sexo		Escolaridad x (d.e.)
			H	M	
Adultos jóvenes	20 – 49	32.2 (10.9)	5	5	9.9 (4.1)
Adultos mayores	54 – 74	66.1 (8.06)	4	4	9.6 (3.2)

Los criterios de inclusión para cada uno de los sujetos fueron: a) no presentar demencia de acuerdo a los criterios del DSM-IV (American Psychiatric Association, 1995); b) obtener un puntaje igual o mayor de 23 puntos en la Mini-Mental State Examination (MMS) (Folstein et al., 1975); c) obtener un puntaje dentro del rango normal de acuerdo a su edad y nivel de

escolaridad en la batería neuropsicología NEUROPSI (Ostrosky-Solis et al., 1997); d) no presentar antecedentes de enfermedades neurológicas o psiquiátricas; e) ser sujetos activos y funcionalmente independientes.

En los resultados obtenidos de las evaluaciones neuropsicológicas de cada uno de los sujetos no existieron desviaciones estándar anormales en ninguna de las funciones cognitivas, lo cual indica que cada individuo obtuvo un puntaje de acuerdo a su rango de edad mostrando un envejecimiento normal y no un envejecimiento patológico.

Tabla 6.2. Edades específicas de cada sujeto

Adultos jóvenes		Adultos mayores	
Sexo	Edad	Sexo	Edad
Mujer	20	Mujer	54
Hombre	23	Hombre	57
Mujer	24	Hombre	60
Hombre	26	Mujer	67
Mujer	28	Hombre	70
Hombre	29	Mujer	73
Hombre	32	Hombre	74
Mujer	45	Mujer	74
Hombre	46		
Mujer	49		

## 6.2. Material

### 6.2.1. Tarea de categorización semántica de dibujos

Para los estímulos no verbales se tomaron 118 pares de figuras seleccionados de 260 figuras de objetos y animales del estudio de Snodgrass y Vanderwart (1980), adaptados y estandarizados en cuanto a características de denominación, familiaridad e imaginación en población mexicana (Aveleyra et al., 1996). La selección de los estímulos consistió en realizar un estudio piloto para obtener el grado de relación semántica entre los pares de figuras, es decir, qué tanto dos estímulos presentados pertenecía o no a una misma categoría supraordinada. Este estudio se realizó con 20 sujetos jóvenes ( $x=26.9$  años;  $d.e.=5.6$ ) y 20 sujetos ancianos ( $x=70.4$  años;  $d.e.=4.3$ ), quienes no participaron en los registros electrofisiológicos (EEG). La relación semántica consistió en obtener el grado de relación que existía entre miembros de una misma categoría supraordinada (p.ej., animales, ropa, transportes, herramientas, etc.). A cada sujeto se le mostró un grupo de 200 pares de figuras relacionadas y no relacionadas semánticamente para que decidieran entre una escala de 0 (no es miembro de la misma categoría supraordinada) a 5 (es miembro de la misma categoría supraordinaria).

Basados en el juicio emitido por los sujetos, se seleccionaron los pares de figuras con alta y baja relación. Se eliminaron los pares de figuras con similitud visual. El paradigma de categorización semántica no verbal, se formó obteniendo 60 pares de figuras relacionadas semánticamente (p.ej., avión-camión) y 60 pares sin relación (p.ej., cama-pájaro). Todas las figuras eran de líneas negras enmarcadas en un rectángulo de fondo blanco (8 cm de altura y

5 cm de ancho). En la Figura 6.1a se demuestran ejemplos de la condición congruente e incongruente de estímulos no verbales y verbales, así como el tiempo de presentación.

### 6.2.2. Tarea de categorización semántica de palabras

Para obtener los estímulos verbales se llevó a cabo el mismo procedimiento para obtener el grado de relación semántica que se utilizó en la tarea de categorización no verbal pero con pares de palabras. A cada sujeto se le presentaron 80 pares de palabras bisilábicas relacionadas o no relacionadas semánticamente. El paradigma de categorización semántica verbal se formó con un total de 60 pares de palabras, en donde el 50% de los pares estuvieron relacionados semánticamente (i.e., falda-blusa), mientras que el resto de los pares no tenían ninguna relación (i.e., piña-balón) (Figura 6.1b).

## 6.3. Procedimiento

### 6.3.1. Conductual

A cada sujeto se le presentó de manera independiente y contrabalanceada cada una de las tareas de categorización semántica de estímulos verbales y no verbales durante la misma sesión. El procedimiento para ambas tareas fue el mismo. Todos los sujetos se sentaron en una silla confortable a una distancia de 1 metro de un monitor VGA en donde se les presentaron los estímulos en forma aleatoria. La secuencia de presentación de los estímulos consistió en la aparición de las letras XXXX como señal de inicio, el primer estímulo se presentó en la pantalla 1 segundo seguido por un intervalo interestímulo (ISI) de 300 milisegundos. El segundo estímulo permaneció en la pantalla durante 1 segundo y enseguida apareció la palabra

"RESPONDA", que le indicó al sujeto que podía emitir su respuesta de manera verbal. Los PREs fueron adquiridos ante el segundo estímulo (Figura 6.1). La tarea de los sujetos consistió en decir "sí" en caso que los pares de estímulos estuvieran relacionados semánticamente y "no" si no existía relación. Las respuestas de los sujetos fueron anotadas en una lista por el experimentador para ser analizadas estadísticamente.

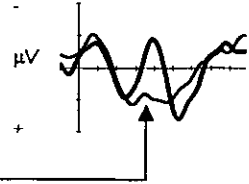
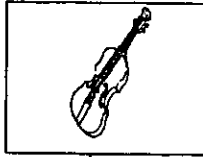
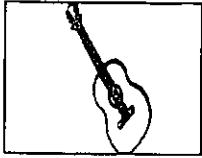
### 6.3.2. Electrofisiológico

La adquisición y análisis de los datos electrofisiológicos fueron sincronizados con la presentación del segundo estímulo de cada par por medio del sistema. La actividad eléctrica cerebral se registró por medio de 32 derivaciones monopolares según el Sistema 10-20 Internacional utilizando una gorra con electrodos (Electro-Cap International) como se demuestra en la Figura 6.2. Todos los electrodos fueron referidos a ambos lóbulos auriculares cortocircuitados y se colocaron electrodos adicionales para registrar los movimientos oculares verticales y horizontales (EOG), con el objetivo de rechazar segmentos de EEG con artefacto de movimiento ocular. Las impedancias siempre estuvieron por debajo de los 10 Kohms.

La información de cada electrodo se procesó con un filtro pasabandas en la región de 0.1 a 30 Hz. En cada ensayo se registraron 256 puntos de EEG digitalizado (12-bit de resolución) con una frecuencia de muestreo de 256 Hz, en total se promediaron segmentos de 1 segundo de EEG; 100 milisegundos previos y 900 milisegundos posteriores al inicio de la presentación de un estímulo. La señal se almacenó en un disco magnético para un análisis posterior fuera de línea. Cada segmento se inspeccionó en forma automática y visual para eliminar artefactos producidos por movimientos oculares y/o musculares.

Figura 6.1. Paradigma de categorización semántica

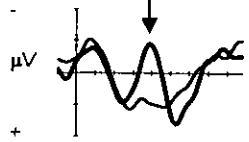
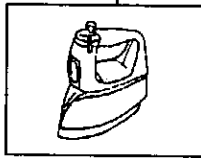
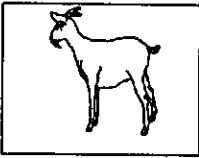
a) Tarea de categorización semántica con dibujos



condición congruente

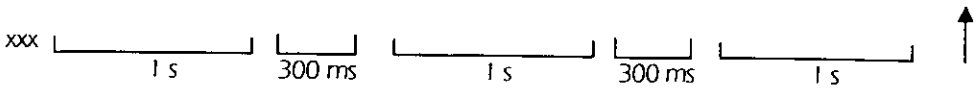
"sí"

RESPONDA



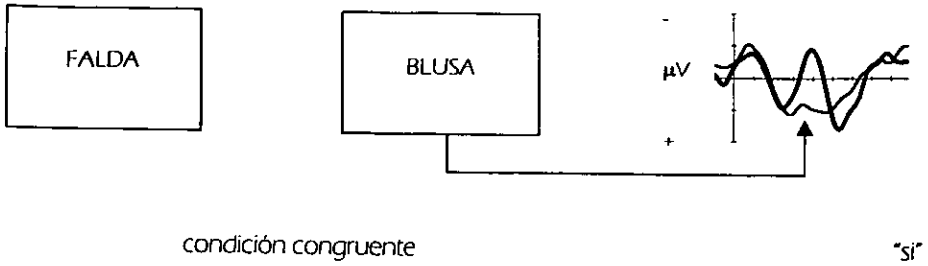
condición incongruente

"no"

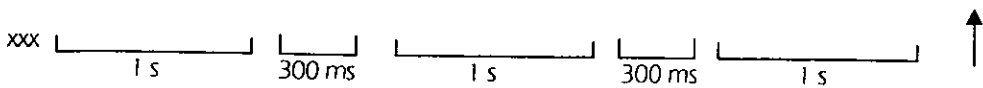
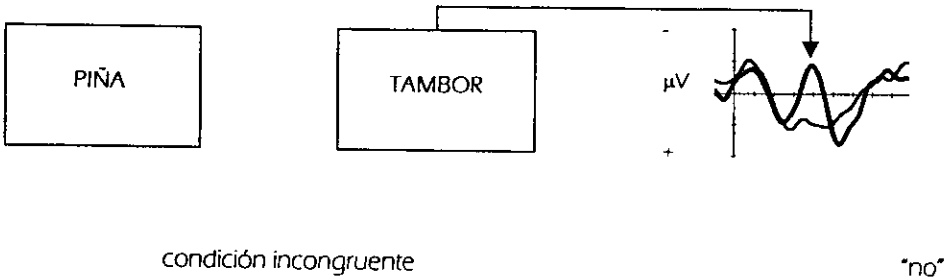


En este esquema se muestra la presentación de los estímulos no verbales ante la condición congruente e incongruente. La primera figura (estímulo contexto) aparece en la pantalla 1 seg, seguido de un ISI de 300 mseg. La segunda figura (estímulo blanco) se presenta durante 1 seg, y es donde se adquiere los PRES. La figura de la derecha es la representación del potencial que cada condición debería de generar. La condición congruente genera un potencial positivo (líneas delgadas) y la condición incongruente un potencial negativo, componente N400 (línea gruesa).

b) Tarea de categorización semántica con palabras

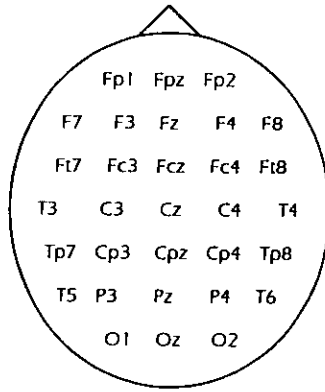


RESPONDA



Al igual que en la tarea no verbal, en esta tarea la primera palabra (estímulo contexto) aparece en la pantalla 1 seg, seguido de un ISI de 300 mseg. La segunda palabra (estímulo blanco) se presenta durante 1 seg, y es donde se adquiere los PREs. La figura de la derecha es la representación del potencial que cada condición debería de generar. La condición congruente genera un potencial positivo (línea delgada) y la condición incongruente un potencial negativo, componente N400 (línea gruesa)

Figura 6.2. Derivaciones registradas para obtener los PREs



Las derivaciones registradas fueron colocadas en zonas frontales, frontocentrales, centrales, centroparietales, parietales, occipitales y temporales de ambos hemisferios de la corteza.

## 6.4. Análisis estadístico

### 6.4.1. Conductual

La discriminación conductual de cada sujeto se analizó utilizando la Teoría de Detección de Señales  $d'$  (Swets, 1964). El uso de  $d'$  permitió una evaluación de la exactitud de la ejecución de cada uno de los sujetos que aseguró que no existiera algún tipo de contaminación en los criterios de respuesta (una respuesta sesgada) entre los resultados del grupo de los jóvenes y ancianos. Se obtuvo la media y desviación estándar tanto para la  $d'$  como para los aciertos de la condición congruente e incongruente de dibujos y palabras en cada grupo. Además, se analizó el porcentaje de aciertos de las respuestas conductuales.



Las respuestas conductuales fueron sometidas a un análisis de varianza (ANOVA) con el objetivo de examinar los efectos principales de GRUPO (jóvenes vs. ancianos), TAREA (dibujos vs. palabras) y CONDICIÓN (congruente vs. incongruente) utilizando la  $d'$  y los aciertos, por separado.

#### 6.4.2. Electrofisiológico

En ambos grupos de edad, se obtuvieron los grandes promedios de los PRE's generados por la condición congruente e incongruente de cada tarea de categorización semántica. En los grandes promedios se identificaron las ventanas de tiempo de cada uno de los componentes positivos y negativos. Las ventanas de tiempo predefinidas fueron necesarias para obtener los datos de amplitud y latencia de los componentes N100, P200, N400 y P600 generados en ambas condiciones.

Se analizó la amplitud y latencia del efecto N400 por medio de un análisis de varianza (ANOVA). El procesamiento semántico de ambos tipos de estímulos fue realizado por medio de un ANOVA de parcelas repetidas en cada grupo de edad: TAREA (figuras/palabras) y ANTEROPOSTERIOR (frontal<F3,Fz,F4>/ frontocentral<Fc3,Fcz,Fc4>/ central<T3,Cz,T4>/ centroparietal<Cp3,Cpz,Cp4>/ parietal<Tp7,Pz,Tp8>) y un ANOVA para examinar: TAREA (figuras/palabras) y HEMISFERIO (izquierdo<F3,Fc3,T3,Cp3,Tp8>/ central<Fz,Fcz,Cz,Cpz,Pz>/ derecho<F4,Fc4,T4,Cp4,Tp8>). Los datos fueron normalizados por medio de la corrección de McCarthy y Wood (1985), con la finalidad de asegurar que las diferencias en la distribución topográfica que se generaron se deben realmente a la actividad neuronal y no por artefactos que pudieron ser producidos por movimientos oculares o musculares de los sujetos.

Con relación a los efectos de la edad, se examinó también la amplitud y latencia del efecto N400 ante los dibujos y las palabras, por separado. Los factores que se examinaron fueron: GRUPO (adultos/ ancianos) y ANTEROPOSTERIOR (frontal/ frontocentral/ central/ centroparietal/ parietal) y un ANOVA para examinar: GRUPO (adultos/ ancianos) y HEMISFERIO (izquierdo/ central/ derecho).

El diseño estadístico utilizado para el efecto N400, fue el mismo para examinar la amplitud y latencia del efecto P600 durante el procesamiento de los dibujos y palabras en cada grupo de edad, así como para evaluar si existieron cambios asociados a la edad.

---



---

**RESULTADOS**
**7.1. Conductuales**

En la tabla 7.1 se demuestra la media de la  $d'$  y los porcentajes de aciertos de las condiciones congruentes e incongruentes. La media de la  $d'$  fue significativamente diferente de cero para todos los sujetos (prueba  $t$   $p < 0.001$ ), lo cual indica que los dos grupos de sujetos fueron capaces de discriminar entre los dibujos y las palabras congruentes e incongruentes. Las medias de los porcentajes de aciertos fueron similares para los estímulos congruentes e incongruentes. Los resultados del ANOVA no demostraron diferencias significativas en la ejecución de la tarea de categorización de los dibujos y de las palabras entre los dos grupos de edad.

Tabla 7.1. Resultados conductuales: media de  $d'$  y porcentajes de aciertos de las condiciones

RESULTADOS	DIBUJOS		PALABRAS	
	Adultos jóvenes $x \pm$ (d.e.)	Adultos mayores $x \pm$ (d.e.)	Adultos jóvenes $x \pm$ (d.e.)	Adultos mayores $x \pm$ (d.e.)
$d'$	4.32 (0.47)	4.54 (1.38)	4.36 (1.08)	4.43 (1.32)
% de aciertos congruente	98.8 (2.12)	94.3 (7.97)	98.5 (3.40)	95.4 (4.58)
% de aciertos incongruente	98.8 (1.80)	95.4 (6.13)	97.8 (3.50)	96.3 (3.81)

Con el objetivo de confirmar que las diferencias de tiempo que se observaron entre el procesamiento de los dibujos y las palabras (ver más adelante) no fueran debido a un efecto de práctica, se presentó la tarea de categorización semántica de dibujos y de palabras, por separado, y se tomaron los tiempos de reacción de seis sujetos neurológicamente intactos que no participaron en el experimento electrofisiológico. Las tareas fueron divididas en tres bloques para analizar y comparar los tiempos de reacción a lo largo de cada tarea. Los resultados mostraron que a través de cada una de las tareas los tiempos de reacción fueron disminuyendo, sin embargo, los tiempos de reacción para el procesamiento de los dibujos fueron menores en comparación a las palabras. Esto muestra ante una tarea de categorización semántica de palabras existen tiempos de reacción más largos que cuando se lleva a cabo una tarea de categorización de dibujos, lo cual concuerda con datos anteriores (Glaser y Döngelhoff, 1984; Glaser y Glaser, 1989; Irwin y Lupker, 1983; Segui y Fraise, 1968). En la tabla 7.2. se demuestran los tiempos de reacción obtenidos.

Tabla 7.2. Tiempos de reacción obtenidos en cada uno de los tres bloques en los que fue dividida la tarea de los potenciales (media y desviación estándar en segundos)

	Bloque 1 media $\pm$ (d.e.)	Bloque 2 media $\pm$ (d.e.)	Bloque 3 media $\pm$ (d.e.)
Dibujos	3.4 (0.24)	3.2 (0.20)	3.2 (0.19)
Palabras	4.6 (0.23)	4.5 (0.20)	3.9 (0.18)

## 7.2. Electrofisiológicos

Se obtuvieron los grandes promedios de los PREs generados por la condición congruente e incongruente ante cada tarea de categorización semántica en el grupo de adultos jóvenes (figura 7.1) y en el grupo de adultos mayores (figura 7.2). La morfología de los potenciales incluyó una negatividad temprana, con un pico de latencia alrededor de los 100 ms (N100) localizado en zonas anteriores, seguido de una deflexión positiva con un pico aproximadamente a los 200 ms (P200) también en áreas anteriores. Este componente fue seguido por una negatividad ampliamente distribuida a través de la corteza, con un pico entre los 350 y 400 ms (N400) con una mayor negatividad ante la condición incongruente en comparación a la condición congruente tanto para dibujos como para palabras. Finalmente, se presentó un componente positivo aproximadamente a los 600 ms (P600) localizado en zonas frontales y centrales.

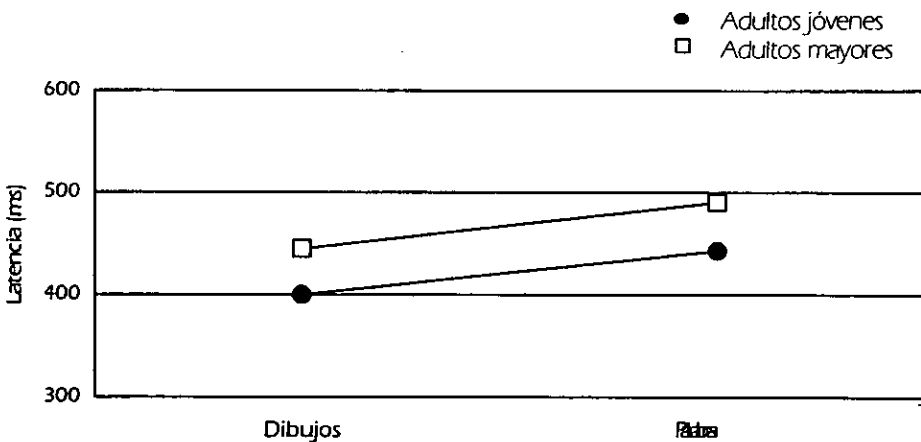
El análisis estadístico no mostró diferencias significativas en amplitud ni latencia de los componentes de los PREs generados antes de los 300 ms para ningún factor, por lo que la atención se enfocó para los componentes posteriores. Tanto en el grupo de los adultos jóvenes como en el grupo de los adultos mayores, después de los 300 ms, el potencial generado ante la condición incongruente de dibujos y palabras fue marcadamente negativo que para la condición congruente.

### 7.2.1. Efecto N400

Se obtuvieron las curvas de las diferencias para examinar el efecto N400 generado en ambos grupos de edad ante los dibujos y las palabras. En la gráfica 7.1 se muestra la latencia

media generada en la derivación Cz. En el grupo de los adultos jóvenes se observó que los dibujos generaron la mayor negatividad alrededor de los 330 ms y finalizó a los 480 ms con un pico máximo a los 406.28 ms (d.e.=25.81), mientras que en las palabras inicio a los 330 y finalizó a los 530 ms con un pico máximo de 442.03 ms (d.e.=38.14). En el grupo de los adultos mayores el efecto N400 generado por dibujos se encontró entre los 300 y 520 ms con un pico máximo a los 445.89 ms (d.e.=51.09) y en las palabras se observó entre los 430 y 540 ms con un pico a los 486.91 ms (d.e.=31.85).

Gráfica 7.1. Latencia media del efecto N400 generada ante los dibujos y palabras en cada grupo de edad



#### 7.2.1.1 Procesamiento semántico de los dibujos y las palabras en cada grupo de edad

En primer lugar

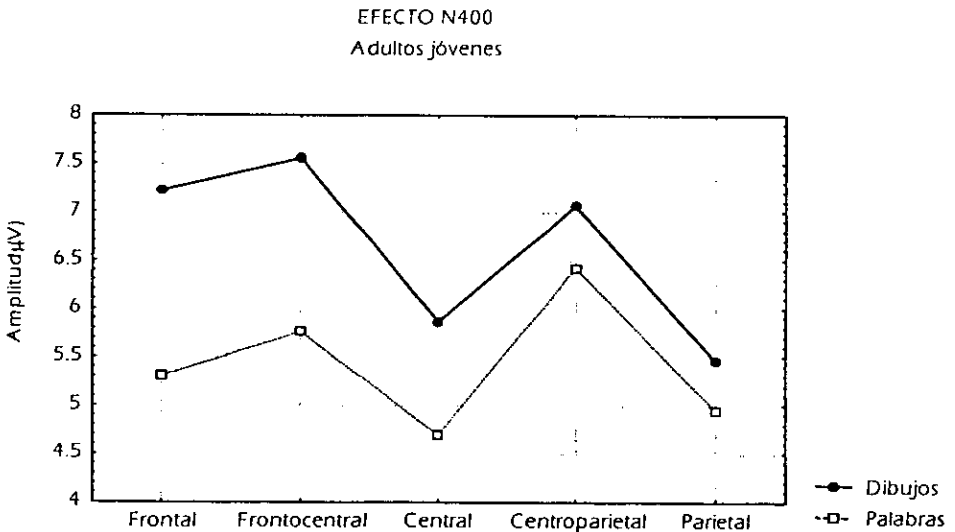
palabras en cada uno de los grupos de edad, por separado, se examinó la distribución

topográfica del efecto N400. En el grupo de los adultos jóvenes se encontraron diferencias significativas de amplitud en el factor principal ANTEROPOSTERIOR:  $F(4,72)=16.44, p<0.000$  y en la interacción de los factores principales TAREA y ANTEROPOSTERIOR:  $F(4,72)=3.06, p<0.021$ . El análisis a posteriori mostró que son las áreas frontales, frontocentrales y centroparietales las que generan la mayor amplitud para estímulos verbales y no verbales. En la gráfica 7.2 se muestra la gráfica de la interacción en donde se observa que los dibujos generan la mayor amplitud con un gradiente anteroposterior (frontocentral > frontal > centroparietal), mientras que las palabras presentan un gradiente posteroanterior (centroparietales > frontocentrales > frontales). Entre los dibujos y las palabras, sólo hay diferencias en áreas frontales y frontocentrales. Se encontró que las zonas centrales fueron las que generaron la mayor amplitud tanto en dibujos como en palabras HEMISFERIO:  $F(2,36)=14.25, p<0.002$ . La distribución topográfica se muestra en la figuras 7.3 y 7.7.

En el análisis estadístico de la latencia existieron diferencias significativas en la interacción entre TAREA y ANTEROPOSTERIOR:  $F(4,72)=4.48, p<0.002$ . Las diferencias de latencia entre los dibujos y las palabras se localizaron en las áreas frontales, frontocentrales y centroparietales. Se observó que el procesamiento de la información no verbal entra, primero, por áreas anteriores y centroparietales, mientras las palabras acceden por áreas centrales y parietales. No existieron diferencias entre los hemisferios. La amplitud máxima de los dibujos se observó a los 406.28 ms (d.e.=25.82) y en las palabras a los 442.03 ms (d.e.=38.14) con una diferencia 35.75 ms que favorece el acceso de los dibujos al procesamiento de la información (gráfica 7.1).

En el grupo de los adultos mayores se encontraron diferencias significativas de amplitud únicamente en el factor principal ANTEROPOSTERIOR:  $F(4,56)=8.49$ ,  $p<0.000$ . Tanto en los dibujos como en las palabras la región centroparietal en la que se registro la mayor amplitud. El análisis a posteriori mostró que la distribución topográfica del efecto N400 de los dibujos se restringió a zonas centroparietales del hemisferio derecho, mientras la mayor negatividad generada por las palabras se observó en zonas centroparietales, frontales y frontocentrales (figuras 7.4 y 7.7). A pesar que no existieron diferencias significativas entre los dibujos y las palabras en cada derivación, en los dibujos se observa un mayor reducción de amplitud en zonas anteriores (gráfica 7.3)

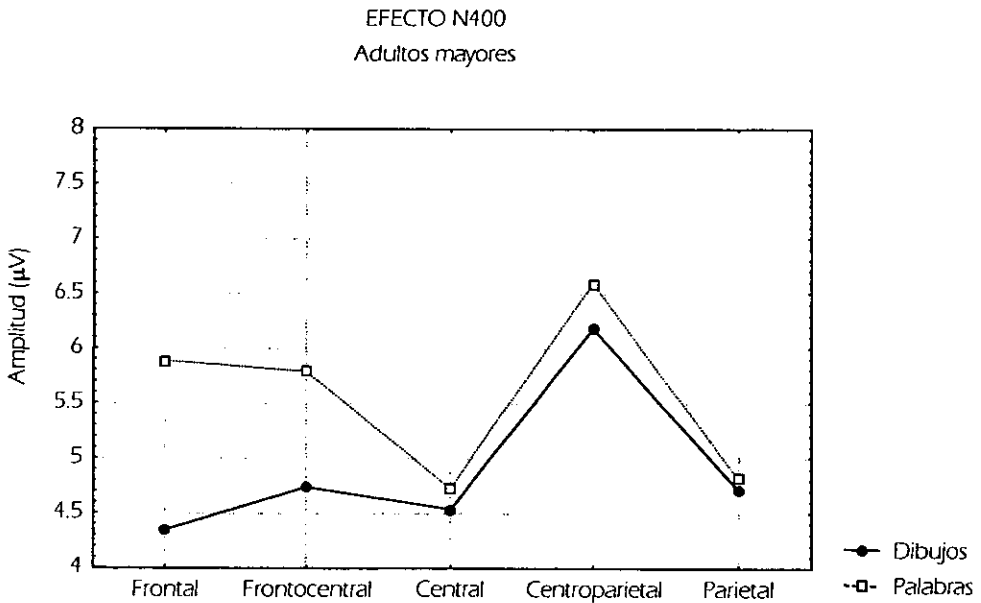
Gráfica 7.2. Amplitud del efecto N400 ante los dibujos y palabras generada por el grupo de los adultos jóvenes





El análisis de latencia arrojó diferencias significativas en los efectos principales de TAREA:  $F(1,14)=5.02$ ,  $p<0.04$  y ANTEROPOSTERIOR:  $F(4,56)=4.71$ ,  $p<0.002$ . El análisis a posteriori mostró que la latencia de los dibujos fue de 445.89 ms (d.e.=51.09) y de 468.91 ms (d.e.=31.85) para las palabras, con una diferencia de tiempo de 41.02 ms que favorece el acceso al procesamiento de la información de los dibujos (gráfica 7.1). Además, las áreas anteriores de ambos tipos de estímulos acceden primero que las demás regiones. El análisis de la actividad registrada entre los hemisferios no mostró ninguna diferencia significativa.

Gráfica 7.3. Amplitud del efecto N400 ante los dibujos y palabras generada por el grupo de los adultos mayores

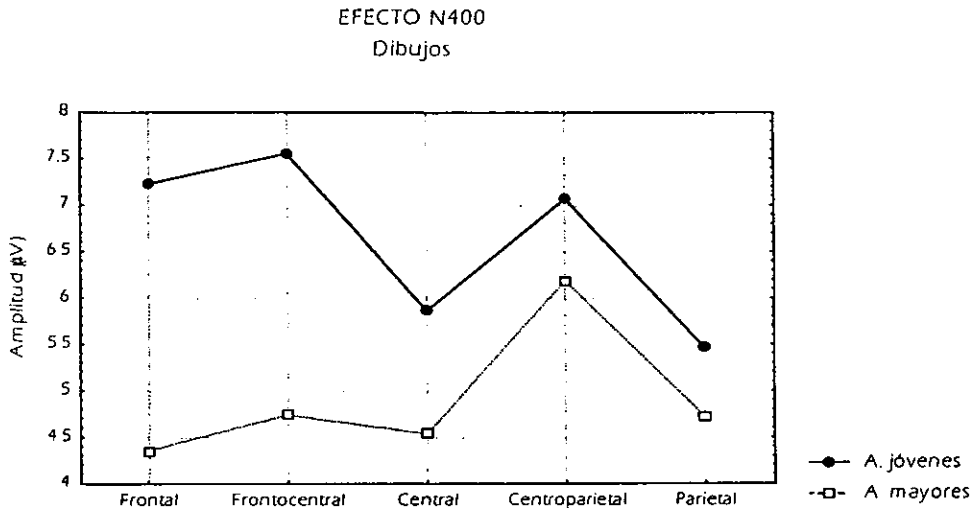


### 7.2.1.2. Cambios asociados a la edad en el efecto N400

Al comparar el procesamiento semántico de los dibujos entre ambos grupos de edad se encontraron diferencias significativas de amplitud en el efecto principal ANTEROPOSTERIOR:  $F(4,64)=10.28$ ,  $p<0.000$  y en la interacción de los efectos principales GRUPO y ANTEROPOSTERIOR:  $F(4,64)=6.70$ ,  $p<0.0001$  (gráfica 7.4). Los análisis a posteriori mostraron que en ambos grupos de edad son las regiones centroparietales las que generan la mayor amplitud seguidas de regiones frontocentrales y frontales. Entre ambos grupos de edad, se observan diferencias significativas en las derivaciones frontales, frontocentrales y centrales. Esto se debe a que en el grupo de los adultos jóvenes la mayor amplitud se localizó en zonas frontocentrales, frontales y centroparietales de ambos hemisferios, mientras que en el grupo de los adultos mayores la amplitud máxima se restringió a la región centroparietal del hemisferio derecho con una marcada disminución en áreas anteriores (figuras 7.5 y 7.7).

La latencia fue diferente en los efectos principales de GRUPO:  $F(1,16)=4.49$ ,  $p<0.05$  y ANTEROPOSTERIOR:  $F(4,64)=4.00$ ,  $p<0.005$ . Los adultos mayores tuvieron un corrimiento de latencia de 45 ms con respecto al grupo de los adultos jóvenes, lo que indica que el procesamiento de la información semántica se ve lentificada conforme avanza la edad (gráfica 7.1). El análisis a posteriori del efecto principal anteroposterior mostró que el procesamiento semántico de los dibujos se da primero por áreas anteriores. No existieron diferencias significativas entre hemisferios.

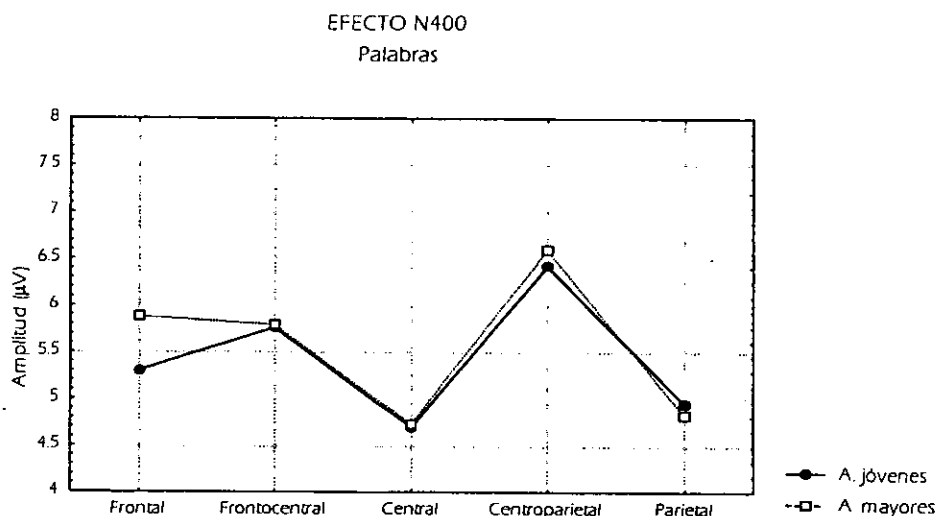
Gráfica 7.4. Se muestra la amplitud del efecto N400 ante estímulos no verbales generada en cada derivación por cada uno de los grupos de edad.



En el procesamiento de la información verbal no existieron diferencias de amplitud entre ambos grupos, pero sí en el efecto principal ANTEROPOSTERIOR:  $F(4,64)=11.26$ ,  $p<0.000$ . El análisis a posteriori mostró que la mayor amplitud del efecto N400 se localizó en la región centroparietal seguida de áreas frontocentrales y frontales (figura 7.6 y 7.7). Al igual que los dibujos fueron zonas centroparietales y frontales las que participaron en la generación del efecto N400, pero a diferencia de los dibujos no existieron diferencias de amplitud en áreas anteriores, es decir, las regiones que participan en el procesamiento semántico de las palabras son las mismas tanto para los adultos jóvenes como para los adultos mayores (gráfica 7.5). El análisis estadístico de hemisferio solo el efecto principal de HEMISFERIO:  $F(2,32)=8.60$ ,  $p<0.001$ , en donde el hemisferio izquierdo tiene menor amplitud en comparación al hemisferio central pero no al hemisferio derecho en ambos grupos de edad.

Con respecto a la latencia existieron diferencias significativas en el efecto principal GRUPO:  $F(1,16)=9.83$ ,  $p<0.006$  y en la interacción de los efectos principales GRUPO y ANTEROPOSTERIOR:  $F(4,64)=5.65$ ,  $p<0.0005$ . Los adultos mayores tuvieron un corrimiento de latencia de 47 ms en comparación a los adultos jóvenes, lo que indica, al igual que los dibujos, que el procesamiento de la información semántica está lentificada con la edad (gráfica 7.1). La diferencias de tiempo en cada derivación entre los adultos jóvenes y los adultos mayores estuvieron marcadas a zonas centroposteriores, ya que en los adultos la información accede primero por áreas parietales, centroparietales y centrales, mientras que en los adultos son las áreas frontales y frontocentrales las que acceden primero sin que existan diferencias de latencia entre los hemisferios en ninguno de los grupos.

Figura 7.5. Se muestra la amplitud del efecto N400 ante estímulos verbales generada en cada derivación por cada uno de los grupos de edad



### 7.2.2. Efecto P600

En el efecto P600 existieron pocas diferencias entre el procesamiento semántico de los dibujos y las palabras, y también, entre ambos grupos de edad.

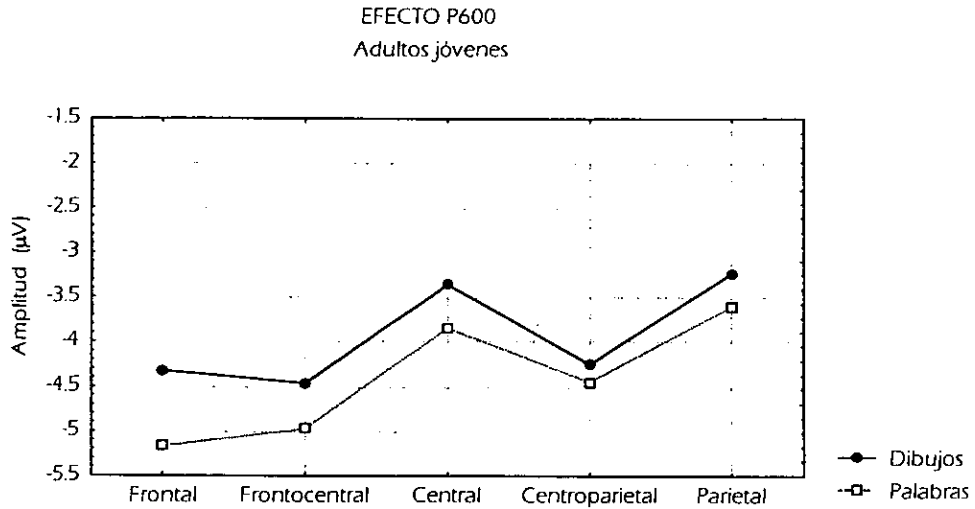
En el grupo de los adultos jóvenes existieron diferencias significativas entre los dibujos y las palabras únicamente en el efecto principal ANTEROPOSTERIOR:  $F(4,72)=17.02$ ,  $p<0.0000$ . El análisis a posteriori mostró que son las regiones frontales y frontocentrales seguidas de regiones centroparietales, tanto de los dibujos como de las palabras, las que generan la mayor amplitud y, por lo tanto, son las regiones que se encuentran más involucradas en la generación de este componente como se observa en la figura 7.8 y gráfica 7.6. En el análisis de hemisferio fue significativo el efecto principal HEMISFERIO:  $F(2,36)=5.70$ ,  $p<0.007$ , donde no existieron diferencias entre el hemisferio izquierdo y derecho, pero sí entre estos dos y las zonas centrales.

No existieron diferencias significativas en la latencia entre los dibujos y las palabras, aunque sí existe una tendencia de que zonas anteriores tienen la menor latencia y que los dibujos son procesados más rápido que las palabras (gráfica 7.7). El análisis estadístico de hemisferio mostró una diferencia significativa en el efecto principal HEMISFERIO:  $F(2,36)=3.48$ ,  $p<0.041$ , que indica que el hemisferio izquierdo tuvo la mayor latencia con respecto al hemisferio derecho, únicamente, con la línea media de la corteza.

En los adultos mayores, al igual que en los adultos jóvenes, el efecto principal ANTEROPOSTERIOR:  $F(4,56)=4.69$ ,  $p<0.002$  fue significativo. En ambos tipos de estímulos las

regiones frontales, frontocentrales y centroparietales generaron la mayor amplitud, siendo la misma topografía tanto para los dibujos como para las palabras (figura 7.8 y gráfica 7.8). No se encontró asimetría hemisférica. Con lo que respecta a la latencia, no existieron diferencias, sin embargo, se observó que la menores latencias son generadas en regiones anteriores (gráfica 7.7).

Gráfica 7.6. Se muestra la amplitud del efecto P600 generada en el grupo de los adultos jóvenes ante los dibujos y las palabras.

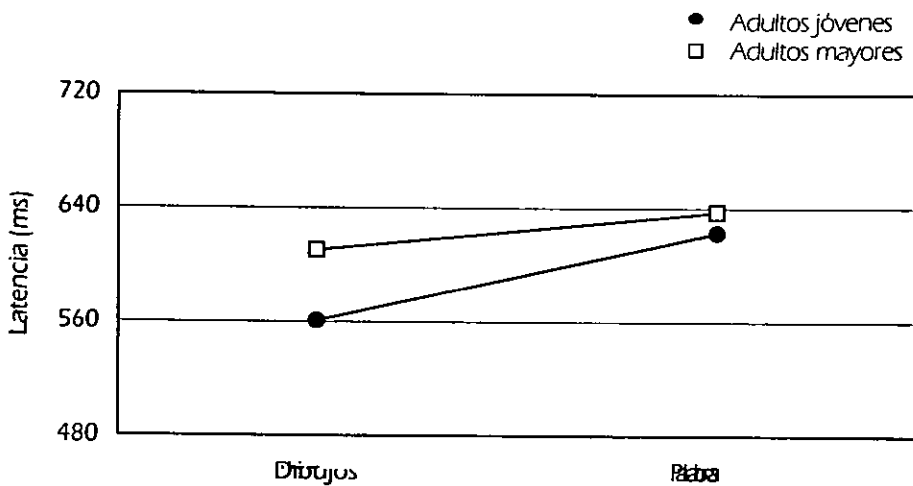


### 7.2.3.1. Cambios asociados a la edad en el efecto P600

En el procesamiento de estímulos no verbales, no se encontraron diferencias significativas en la amplitud entre el grupo de los adultos jóvenes y el grupo de los adultos mayores. Existieron diferencias significativas en el efecto principal ANTEROPOSTERIOR:  $F(4,64)=9.10$ ,  $p<0.000$ . El análisis a posteriori mostró que en ambos grupos de edad son las

regiones frontales, frontocentrales y centroparietales las que generan la mayor amplitud (figura 7.8 y gráfica 7.9). Existieron diferencias en el efecto principal HEMISFERIO:  $F(2,32)=3.72$ ,  $p<0.035$ , donde la línea media generó la mayor amplitud con respecto a los otros hemisferios.

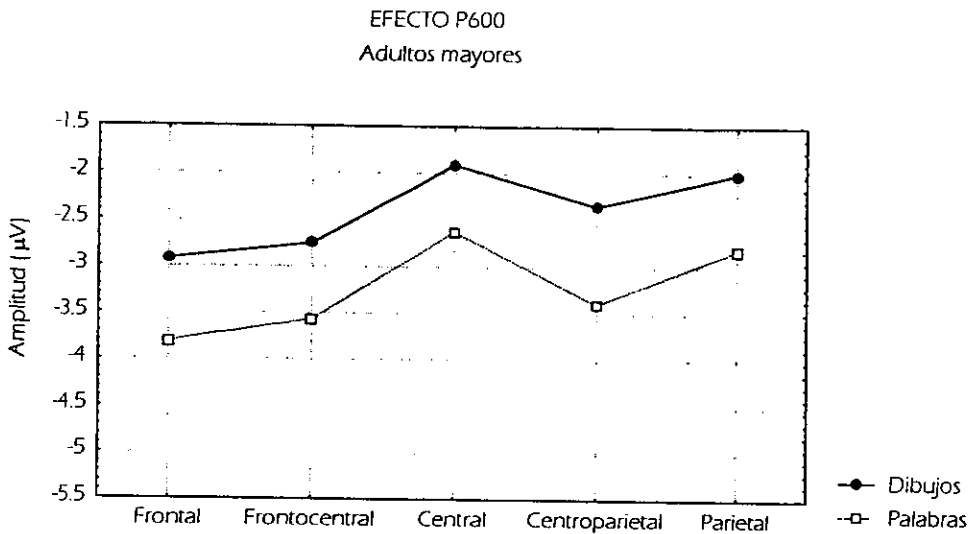
Gráfica 7.7. Latencia media del efecto P600 generada ante los dibujos y palabras en cada grupo de edad.



$p<0.014$ . Los adultos jóvenes generan el pico máximo a los 560.28 ms (d.e.=40.73) y los adultos mayores a los 622.65 ms (d.e.=54.08), con una diferencia de 62.37 ms (gráfica 7.7).

No existieron diferencias significativas entre hemisferios.

Gráfica 7.8. Se muestra la amplitud del efecto P600 generada en el grupo de los adultos mayores ante los dibujos y las palabras.

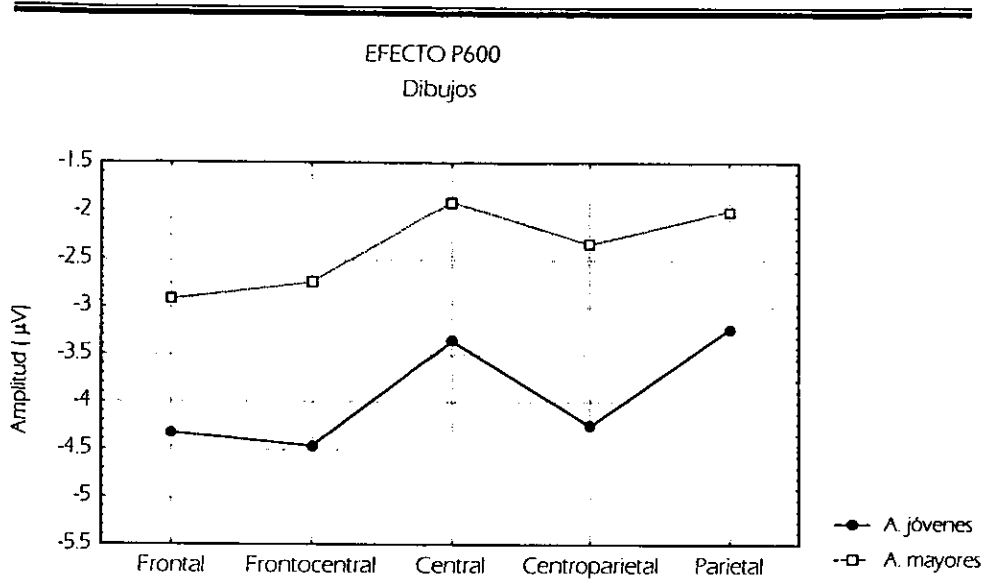


Con respecto a las palabras, sólo existieron diferencias de amplitud en el efecto principal ANTEROPOSTERIOR:  $F(4,64)=8.89$ ,  $p<0.000$ , en donde se observa que las zonas frontales, frontocentrales y centroparietales son las que generan la mayor amplitud en ambos grupos de edad. El análisis de hemisferios mostró diferencias significativas en el efecto principal HEMISFERIO:  $F(2,32)=4.54$ ,  $p<0.018$ , que indica que la línea media es la de mayor amplitud seguida del hemisferio izquierdo y del derecho (figura 7.8 y gráfica 7.10). Sorprendentemente, la latencia no demostró ninguna diferencia significativa, aunque los tiempos son menores para los adultos jóvenes (610.54 ms; d.e.=51.54) en comparación a los adultos mayores (637.30 ms;



d.e. = 31.92) con una diferencia de 26.76 ms, con una tendencia a acceder, primero, por áreas anteriores (gráfica 7.7). El análisis de hemisferio tampoco arrojó diferencias significativas.

Gráfica 7.9. Se muestra las amplitudes del efecto P600 generadas en cada grupo de edad ante los estímulos no verbales.



En resumen:

a) El procesamiento semántico de estímulos verbales y no verbales en cada uno de los grupos mostró que:

- En el grupo de los adultos jóvenes no se encontraron diferencias significativas en la amplitud en el efecto N400, el cual fue registrada a través de toda la corteza.

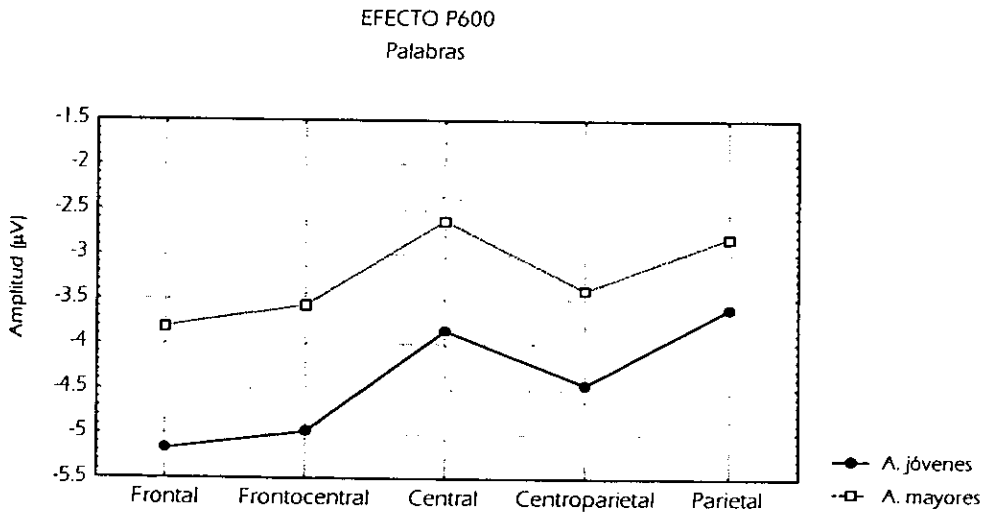
- No se encontraron diferencias significativas de latencia, sin embargo, existe una tendencia a que los dibujos sean procesados más rápido que las palabras, ya que existe una diferencia de tiempo de 35.75 milisegundos que favorecen a los dibujos.
- En el grupo de los adultos mayores se encontraron diferencias significativas en la amplitud del efecto N400. En los dibujos, la mayor actividad se restringió a zonas centroparietales del hemisferio derecho, mientras que las palabras fueron las regiones centroparietales, frontales y frontocentrales en donde se generó la mayor amplitud. Las diferencias entre estos tipos de estímulos se localizan en áreas frontales y frontocentrales, sin que existan diferencias en regiones centroparietales del hemisferio derecho.
- En los adultos mayores se observó una diferencia significativa de 41.02 milisegundos entre los dibujos y las palabras, siendo los dibujos los que presentaron la menor latencia.

b) En el efecto de la edad en el procesamiento semántico se encontró:

- En los dibujos existieron diferencias significativas en la amplitud del efecto N400 generado en cada grupo de edad en zonas frontocentrales, frontales y centrales, mientras que no existieron diferencias significativas en el área centroparietal del hemisferio derecho. La menor amplitud la generó el grupo de los adultos mayores.
- En la latencia existió una diferencia significativa de 45 milisegundos, en donde los adultos mayores mostraron un corrimiento de latencia en comparación al grupo de los adultos jóvenes.

- En las palabras, por otra parte, no existieron diferencias significativas en la amplitud generada por ambos grupos. La mayor amplitud se localizó en la región centroparietal seguida de las zonas frontocentrales y frontales.
- En la latencia existieron diferencias significativas, en donde los adultos mayores generaron un corrimiento de latencia de 47 milisegundos en comparación a los adultos jóvenes.

Gráfica 7.10. Se muestra las amplitudes del efecto P600 generadas en cada grupo de edad ante los estímulos verbales.



ADULTOS JÓVENES

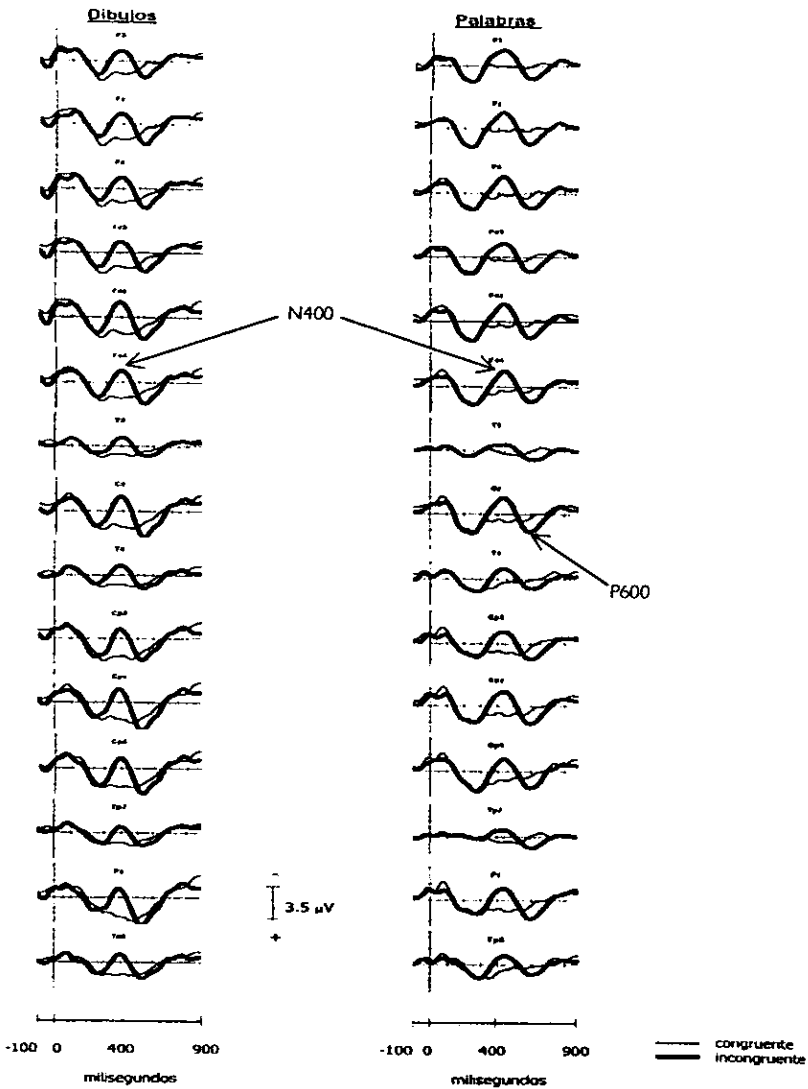


Figura 7.1. Gran promedio del grupo de los adultos jóvenes (n=10). Se muestran los PREs generados ante la condición congruente (línea delgada) y la condición incongruente (línea gruesa) tanto de estímulos verbales como de estímulos no verbales. En esta figura y en todas las siguientes, la barra vertical se representa la amplitud ( $\mu V$ ) en donde lo negativo es hacia arriba y lo positivo hacia abajo. Los PREs fueron registrados 100 mseg previos y 900 mseg posteriores a la presentación del estímulo. En ambos tipos de estímulos se generó el componente N400 en todas las derivaciones registradas.

## ADULTOS MAYORES

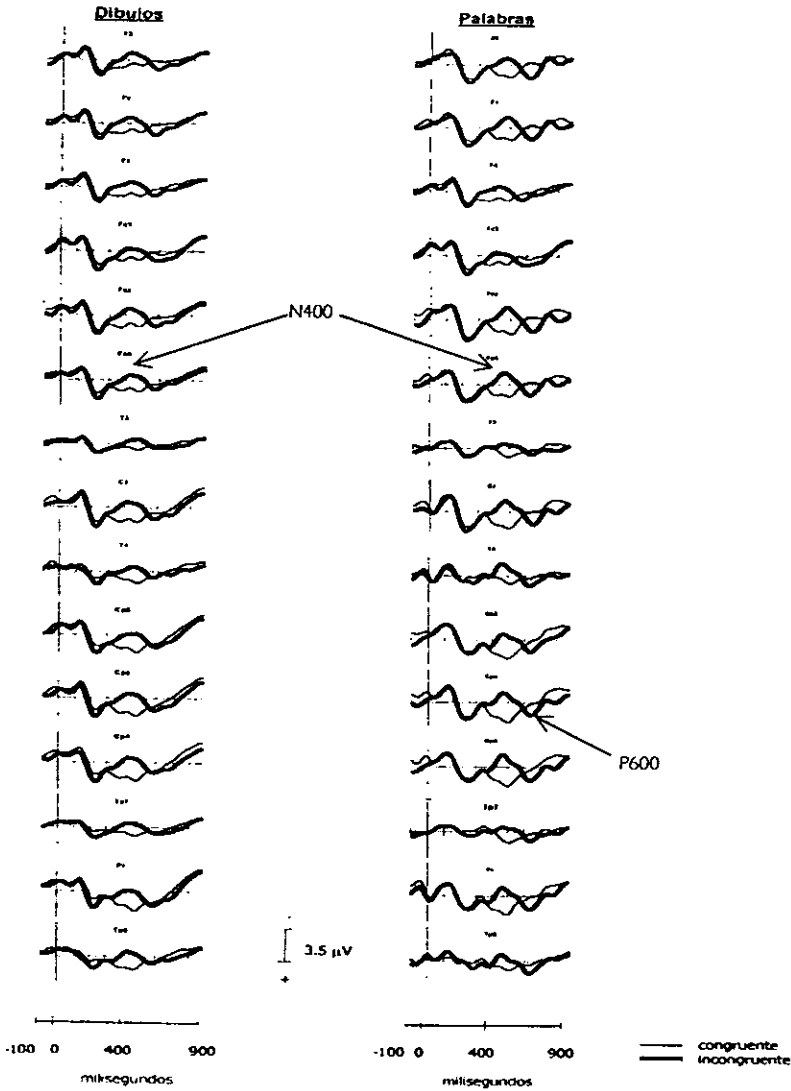


Figura 7.2. Gran promedio del grupo de los adultos mayores ( $n=8$ ). Se muestran los PREs generados ante la condición congruente (línea delgada) y la condición incongruente (línea gruesa) tanto de estímulos verbales como de estímulos no verbales. En ambos tipos de estímulos se generó el componente N400 en todas las derivaciones registradas.

EFECTO N400  
Adultos jóvenes

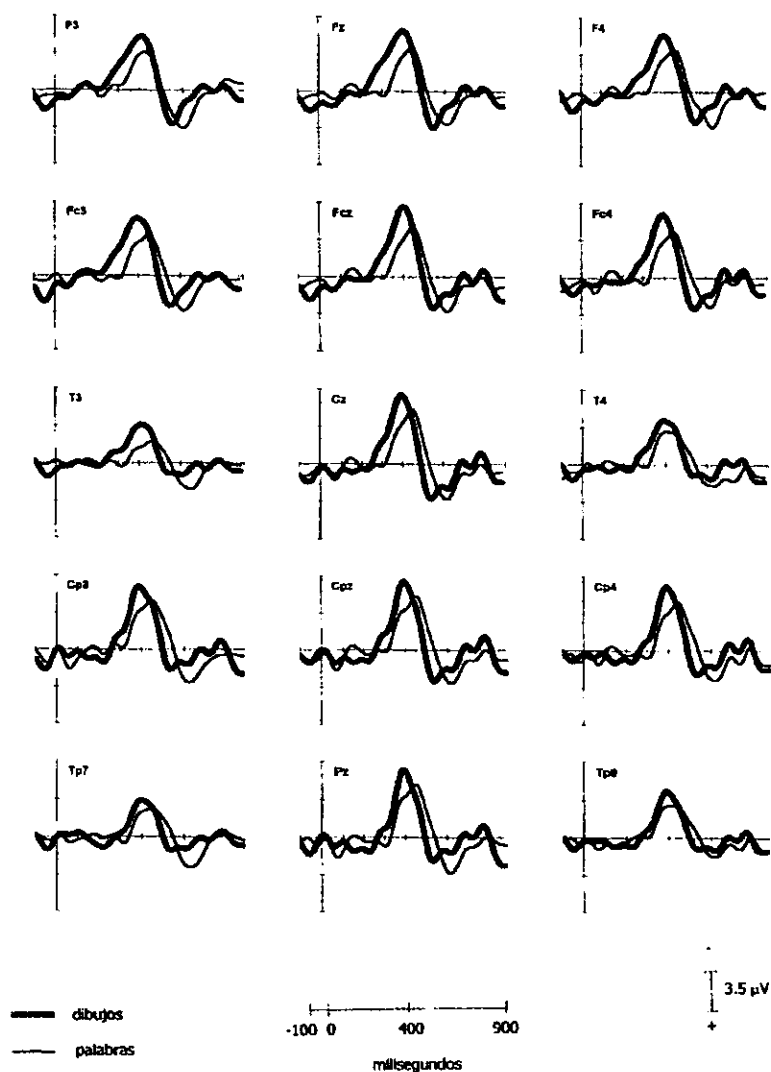


Figura 7.3. Comparación del gran promedio del efecto N400 generado ante una tarea de categorización semántica de dibujos (línea gruesa) y de palabras (línea delgada) en el grupo de adultos jóvenes. No se encontraron diferencias significativas en la amplitud entre los dibujos y las palabras. Con respecto a la latencia, sólo se observó una diferencia de 35,75 ms entre ambos tipos de estímulos, lo que sugiere que existe una tendencia a que el procesamiento semántico de los dibujos sean más rápido que el procesamiento de las palabras.

EFFECTO N400  
Adultos mayores

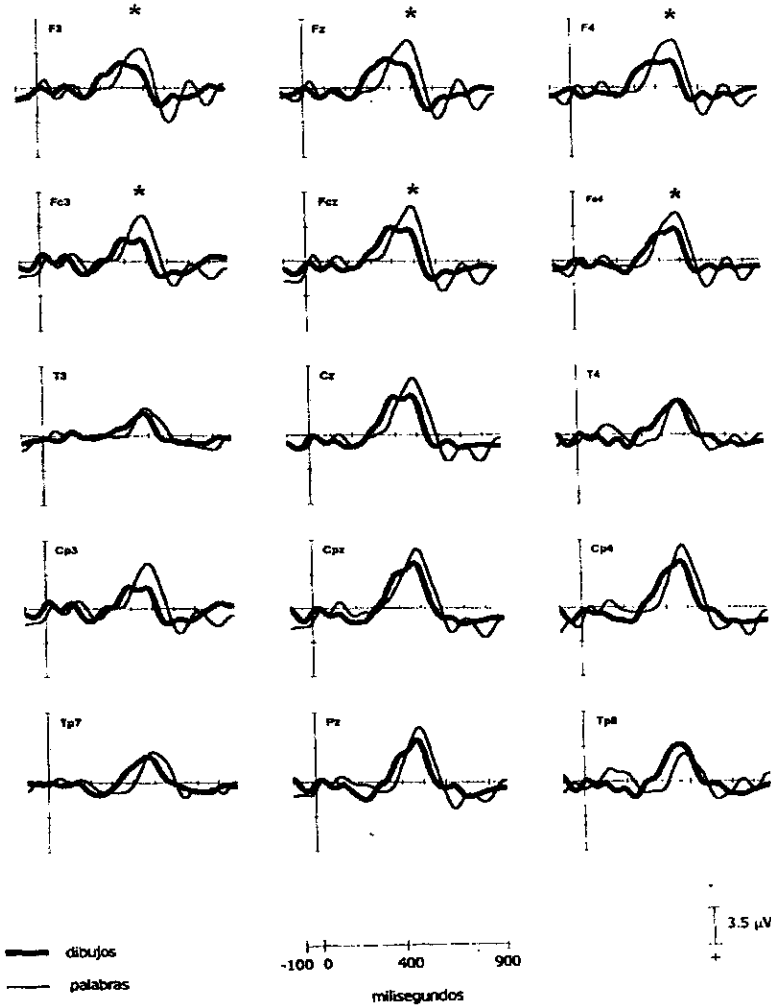


Figura 7.4. Comparación del gran promedio del efecto N400 generado ante una tarea de categorización semántica de dibujos (línea gruesa) y de palabras (línea delgada) en el grupo de adultos mayores. Se encontraron diferencias significativas en la amplitud. En los dibujos, la mayor activación se restringió a zonas centroparietales derechas, mientras que en las palabras la mayor amplitud se observó a través de toda la corteza. Las diferencias entre ambos tipos de estímulos se localizaron en áreas frontales y frontocentrales. Con respecto a la latencia, se observó una diferencia significativa de 41.02 ms entre los dibujos y las palabras, siendo los dibujos los que presentan la menor latencia.

## DIBUJOS

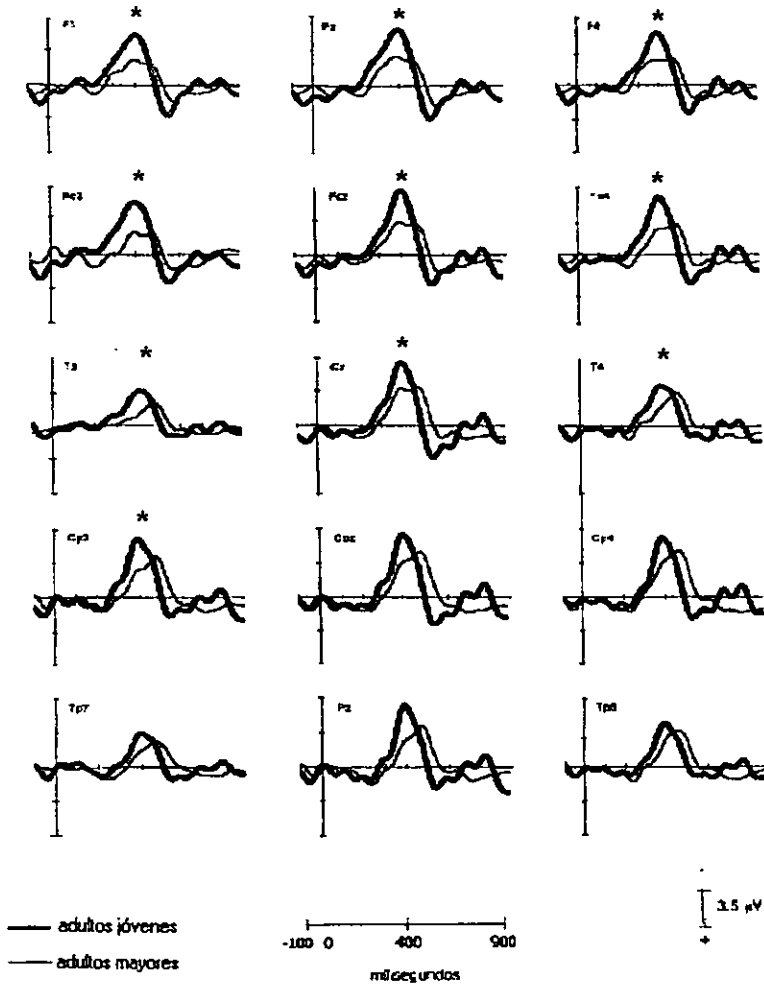


Figura 7.5. Comparación del gran promedio del efecto N400 generado por los adultos jóvenes (línea gruesa) y los adultos mayores (línea delgada) ante una tarea de categorización semántica de dibujos. Se observó que con la edad son las regiones centroparietales del hemisferio derecho las que se conservan, mientras las áreas anteriores se encuentran con una menor actividad en comparación al grupo de los adultos jóvenes. En la latencia existió una diferencia significativa de 45 ms, en donde los adultos mayores mostraron una lentificación en el procesamiento de la información en comparación a los adultos jóvenes.



## PALABRAS

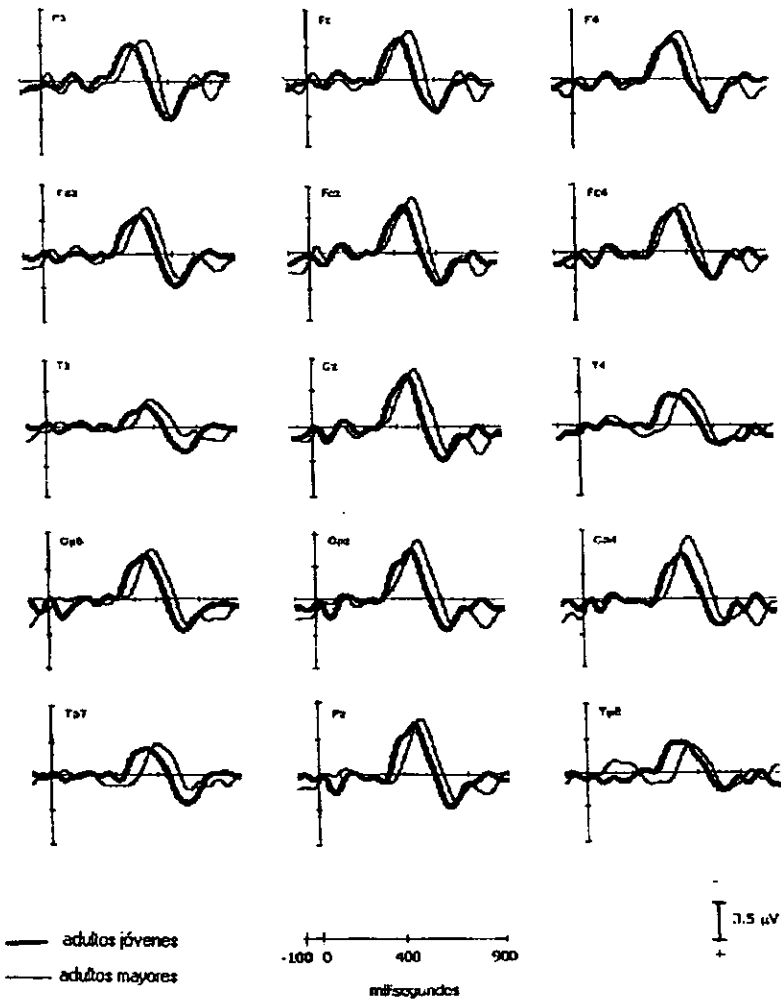


Figura 7.6. Comparación del gran promedio del efecto N400 generado por los adultos jóvenes (línea gruesa) y los adultos mayores (línea delgada) ante una tarea de categorización semántica de palabras. A diferencia de los dibujos, no se encontraron diferencias de amplitud entre los dos grupos de edad. Con respecto a la latencia, se encontraron diferencias significativas, en donde los adultos mayores generaron un corrimiento de latencia de 47 ms mayor en comparación a los adultos jóvenes.

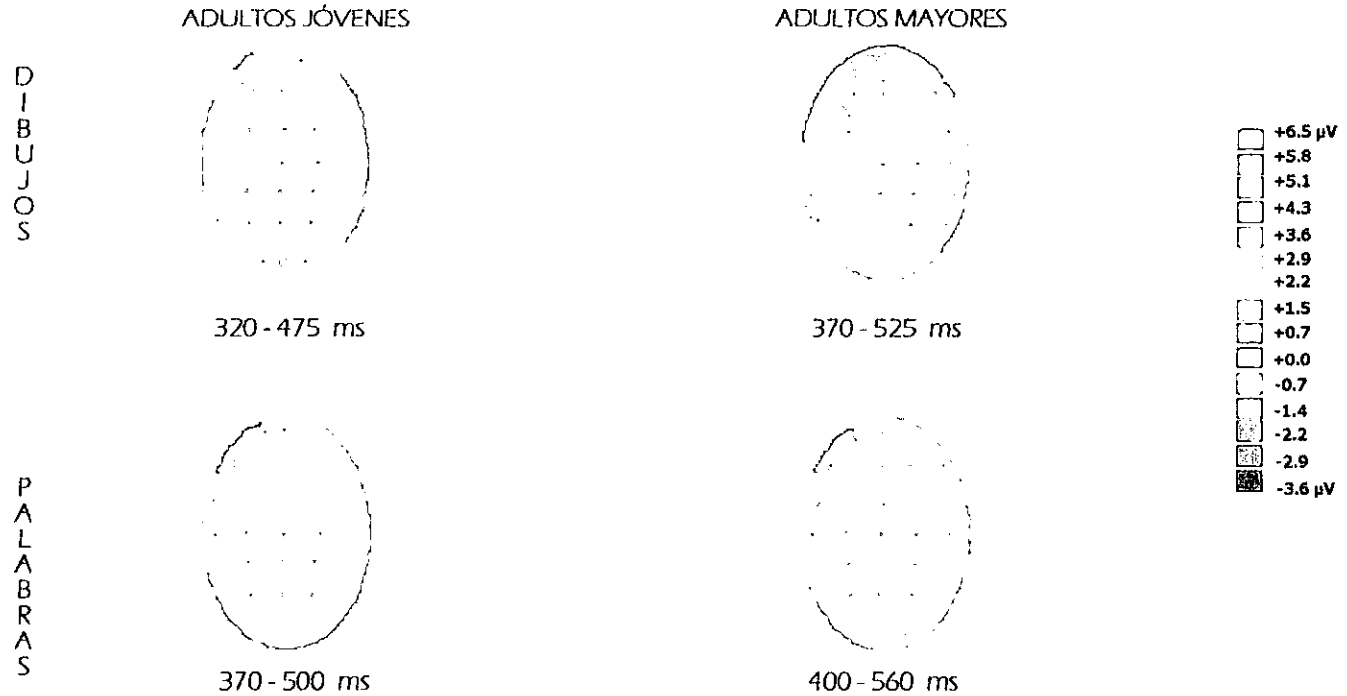


Figura 7.7. Distribución topográfica del efecto N400 generado ante los dibujos (topogramas superiores) y las palabras (topogramas inferiores) en cada uno de los grupos estudiados. Debajo de cada uno de los topogramas se muestran las ventanas de tiempo de análisis. La mayor activación se observa en color rojo. En los dibujos se observó que el grupo de los adultos mayores generaron la mayor actividad zonas centroparietales derechas siendo las zonas frontales y frontocentrales diferentes entre los grupos. No existieron diferencias en las palabras entre cada grupo de edad. Además, sólo se observaron diferencias significativas en el grupo de los adultos mayores entre los dibujos y las palabras en regiones frontales.

# EFFECTO P600

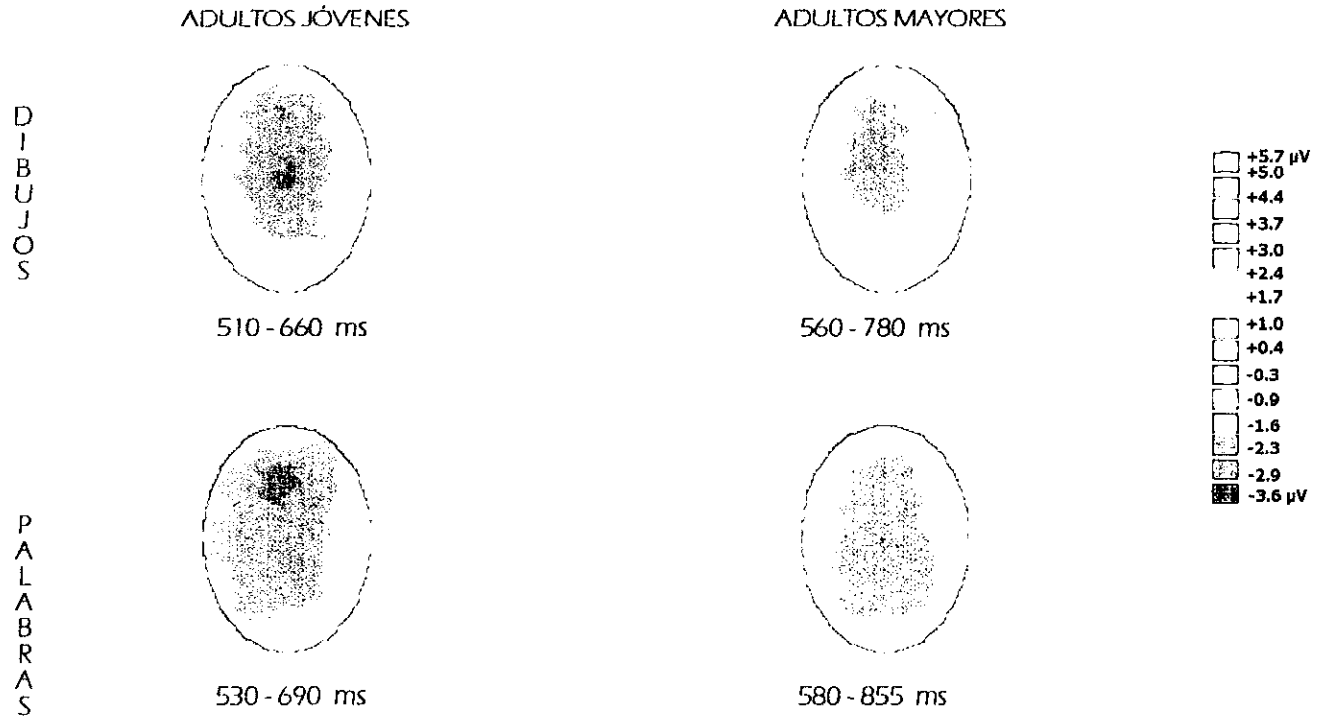


Figura 7.8. Distribución topográfica del efecto P600 generado ante los dibujos (topogramas superiores) y las palabras (topogramas inferiores) en cada uno de los grupos estudiados. Debajo de cada uno de los topogramas se muestran las ventanas de tiempo de análisis. La mayor activación se observa en color azul. No existieron diferencias significativas entre los dibujos y las palabras en cada grupo de edad ni tampoco entre los grupos de edad.

---

---

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El objetivo de la presente investigación fue obtener índices electrofisiológicos del procesamiento semántico de estímulos verbales y no verbales, así como de caracterizar el procesamiento semántico en el envejecimiento normal. Para ello, se registró la actividad eléctrica en un grupo de adultos jóvenes y en un grupo de adultos mayores sanos durante una tarea de categorización semántica de pares de dibujos y, por otro lado, con pares de palabras.

Los resultados acerca del procesamiento semántico de estímulos verbales y no verbales, ante una tarea de categorización semántica mostraron que la distribución topográfica del efecto N400 fue la misma en ambos grupos de edad.

En el grupo de los adultos jóvenes el efecto N400 fue observada a través de toda la corteza tanto por los dibujos como por las palabras, principalmente en regiones frontales, frontocentrales y centroparietales aunque se observó una tendencia a que los dibujos generaran un gradiente de amplitud anteroposterior, mientras que las palabras un gradiente posteroanterior. En la latencia no se encontraron diferencias significativas, pero si una diferencia de 35.75 milisegundos entre los dibujos y las palabras, favoreciendo el acceso a los primeros.

Si estos datos son contrastados con cada una de las hipótesis propuestas por la psicología cognitiva, reflejaría lo siguiente. Si la organización y el acceso semántico fuera como lo postula la hipótesis dual, en donde se sugiere que existe una vía de entrada al almacén semántico donde son procesadas las palabras, y otra vía para que los dibujos accedan a su propio almacén semántico, entonces la distribución topográfica del efecto N400 sería distinta para las palabras y los dibujos, generando la mayor amplitud en diferentes regiones de la corteza y el tiempo en la latencia de los dibujos y las palabras sería el mismo, ya que la información se procesa en paralelo en distintos almacenes semánticos. Esto no se encontró en los resultados, y lleva a sugerir que los datos electrofisiológicos no reflejan el procesamiento propuesto por Paivio (1971, 1978).

La segunda hipótesis propuesta es la central, abstracta, amodal y proposicional (Barret y Rugg, 1990; Nigman et al., 1992; Potter, 1979; Pratarelli, 1994; Seymour, 1976; Snodgrass, 1980, 1984; Theios y Amrhein, 1989), la cual sugiere que los estímulos no verbales acceden a un sistema de iconogen (concreto, pictórico) para acceder al almacén semántico, y por otro lado, existe una vía por donde los estímulos verbales acceden al sistema de logogen (verbal) para entrar al mismo almacén donde son procesados los dibujos. Si esto fuera cierto, la distribución topográfica del efecto N400 sería la misma para los dibujos y las palabras, lo cual sucedió, pero tampoco existirían diferencias en el tiempo en que son procesados los dibujos y las palabras; sin embargo, se observó una diferencia de latencia entre ambos tipos de estímulos. Esta hipótesis tampoco puede ser apoyada por los datos obtenidos.

Por último, se encuentra la hipótesis léxica propuesta por Glaser y Glaser (1989), en donde se sugiere que existen vías independientes de acceso a la memoria semántica para estímulos verbales y no verbales, pero que a diferencia de los dibujos, los cuales tienen un acceso directo a la memoria semántica, las palabras deben de pasar, primero, por una fase léxica, para ser decodificados antes de ser procesados en la memoria semántica. Si los datos electrofisiológicos obtenidos apoyaran a esta hipótesis, entonces no se encontrarían diferencias significativas en la distribución topográfica del efecto N400 generado por los dibujos y las palabras, es decir, que para ambos tipos de estímulos son las mismas regiones corticales las que participan en el procesamiento semántico. Asimismo, tendría que existir una diferencia de tiempo favoreciendo al procesamiento de los dibujos, ya que las palabras deben de pasar, primero, por una fase de decodificación. Los PREs reflejaron que la distribución topográfica fue la misma para los dibujos y las palabras, y además, existió una diferencia de latencia que favorece al procesamiento de los dibujos en comparación a las palabras, lo cual sugiere que existe un solo almacén semántico para los dibujos y las palabras, y que también existe una fase léxica para las palabras antes de llegar al almacén semántico.

Los resultados obtenidos en el grupo de adultos mayores, también apoyaría la hipótesis léxica, porque a pesar de que se observaron diferencias en ciertas regiones de la corteza (áreas frontales y frontocentrales) entre los dibujos y las palabras, no existieron diferencias en la amplitud del efecto N400 en la región centroparietal, a la cual se le ha involucrado en la participación de la memoria semántica (p.ej., Kutas y Hillyard, 1980, 1984; Ostrosky-Solis et al, 1998). También se observó una diferencia de 41.02 milisegundos en el procesamiento entre

ambos tipos de estímulos, mostrándose una menor latencia en el procesamiento de los dibujos en comparación a las palabras.

Los datos electrofisiológicos de amplitud y latencia sugieren que la hipótesis léxica es la que refleja lo que sucede durante el procesamiento semántico de estímulos verbales y no verbales ante una tarea de categorización semántica. Sin embargo, si en otro diseño experimental se manipulara alguna variable como la familiaridad de los estímulos, similitud visual, la percepción de los estímulos y la propia tarea, por ejemplo, una tarea de asociación, reconocimiento o denominación, entre otras, estos datos electrofisiológicos podrían ser diferentes y entonces, ante estas variaciones, se podría apoyar cualquiera de las hipótesis propuestas.

El segundo objetivo de esta investigación fue obtener índices electrofisiológicos que ayudarán a caracterizar el procesamiento semántico en el envejecimiento normal, con el fin de averiguar si con la edad el procesamiento de la información semántica de estímulos verbales y no verbales se conserva o sufre cambios que modifiquen la organización y el acceso de la información a la memoria semántica.

Los resultados mostraron que entre el grupo de los adultos jóvenes y los adultos mayores el procesamiento semántico de los dibujos generaron diferencias en la amplitud del efecto N400. La distribución topográfica fue diferente para cada grupo de edad; en los adultos jóvenes la mayor amplitud se generó en regiones frontocentrales, frontales y centroparietales, mientras que en los adultos mayores fue la región centroparietal derecha en donde se

observó la mayor amplitud. Estos datos concuerdan con diversos estudios donde han encontrado que con la edad existe una reorganización en la amplitud del efecto N400, en donde las zonas centroparietales del hemisferio derecho se conservan y que zonas anteriores, como el lóbulo frontal se deteriora durante el envejecimiento normal (Castillo, 1997; Ostrosky-Solís et al., 1998). Con respecto a la latencia, también existe congruencia con estudios anteriores, ya que se encontró que a los adultos mayores les tomó más tiempo el llevar a cabo el procesamiento de la información con respecto a los adultos jóvenes (Castillo, 1997; Fridman et al., 1989; Ostrosky-Solís et al., 1998).

En el procesamiento semántico de las palabras, no se encontraron diferencias significativas en la amplitud del efecto N400 entre ambos grupos de edad, ya que tanto los adultos jóvenes como los adultos mayores generaron la mayor amplitud en regiones centroparietales seguidas de zonas frontales y frontocentrales. Los datos obtenidos en el procesamiento semántico de palabras no es congruente con estudios anteriores (Gunter et al., 1992; Harbin et al., 1984; Iragui et al., 1996; Kutas e Iragui, 1998), pero si concuerda con un incremento en la latencia en el grupo de los adultos mayores.

Estos datos muestran que a pesar de los cambios anatómicos y cognoscitivos que ocurren durante el envejecimiento normal, la región centroparietal, la cual está involucrada en el procesamiento semántico se mantiene con la edad. Por otra parte, la disminución en la amplitud de regiones frontales concuerdan con los hallazgos neuroanatómicos y neuropsicológicos en donde por medio de estudios de neuroimagen han demostrado que los cambios más prominente que ocurren conforme avanza la edad se localizan en el lóbulo



frontal y en las regiones con las cuales tiene conexiones (Gur et al., 1987; Shaw et al., 1984, Warren et al., 1985). Con lo que respecta al corrimiento de latencia generada por los adultos mayores, podría apoyar la hipótesis propuesta por Hasher y Zacks (1988) que sugiere que el deterioro que se presenta con la edad no es general, sino específico, como un déficit en el proceso de inhibición, ya que los tipos de procesamiento que involucran los aspectos de control inhibitorio tienden a localizarse en regiones como el lóbulo frontal, el cual presenta cambios severos durante el envejecimiento. En conclusión, los cambios observados durante el envejecimiento normal en el procesamiento de la información semántica verbal y no verbal podrían ser el resultado de una dificultad para el uso de fuentes atencionales, una reducción en la capacidad de la memoria de trabajo y una menor eficiencia de los mecanismos de inhibición debido a una pérdida selectiva de neuronas (Hasher y Zacks, 1988; Iragui, 1996; Kutas e Iragui, 1998; Ostrosky-Solis et al., 1998).

Estos datos son importantes ya que además de obtener datos para realizar un diagnóstico precoz y confiable, también tiene implicaciones prácticas para la rehabilitación cognitiva. Los resultados mostraron que con la edad el procesamiento semántico tanto de estímulos verbales como no verbales se conserva, así que si se desea realizar una rehabilitación de la memoria semántica en personas adultos mayores se podría realizar a través de la presentación de figura y/o palabras. Sin embargo, también se observó que las regiones frontales son las que generan la menor amplitud sólo ante el procesamiento de la información no verbal, por lo que si se desea rehabilitar las dificultades para el uso de fuentes atencionales, incrementar la capacidad de la memoria de trabajo y el uso adecuado de los mecanismos de

inhibición en sujetos adultos, sería conveniente realizarlo por medio de la presentación de estímulos verbales.

A pesar de los hallazgos en esta investigación es importante comentar las limitaciones que se presentaron. Se puede considerar que esta investigación fue un estudio exploratorio, sin que se le reste importancia, ya que se trabajó con una muestra pequeña de sujetos. Para contrarrestar los posibles sesgos en esta investigación, es necesario replicar este estudio con una muestra de sujetos más grande, para poder, de esta manera tener grupos según su década, como en el trabajo de Kutas e Iragui (1998) para observar con más precisión los efectos de la edad y tener un poder estadístico adecuado. Además, sería conveniente que en el momento de adquirir la señal, también se tomarán los tiempos de reacción de cada sujeto, esto con la finalidad de poder realizar una correlación entre medidas fuera de línea (tiempos de reacción) y en línea (índices electrofisiológicos). Se sugiere que los datos electrofisiológicos sean analizados por medio de filtros de la señal estandarizados, y por último, que los datos sean correlacionados con otro tipo de técnica, lo cual ayudaría al estudio de generados, es decir, donde comienza y/o se origina la actividad eléctrica que se observa en la corteza.

## Conclusiones

- 1) Los PREs son una herramienta útil para el estudio del procesamiento semántico.
- 2) El procesamiento semántico ante una tarea de categorización semántica es reflejada por la hipótesis léxica (Glaser y Glaser, 1989), que postula que los dibujos acceden a la memoria semántica por una vía directa, mientras que las palabras deben de pasar, primero, por una fase léxica donde la información verbal es decodificada para poder acceder a la memoria semántica.
- 3) La hipótesis léxica sobre el procesamiento semántico de estímulos verbales y no verbales no sufre cambios con la edad.
- 4) Las regiones centroparietales derechas no se afectan con la edad, por lo tanto, el procesamiento semántico de los dibujos y las palabras se mantiene estable durante el envejecimiento normal.
- 5) El deterioro en el lóbulo frontal observado en el procesamiento de los dibujos, concuerda con los hallazgos anatómicos y neuropsicológicos.
- 6) La reorganización de la distribución topográfica y la lentificación en el procesamiento semántico asociados a la edad, podrían deberse a una dificultad para el uso de fuentes

atencionales, una reducción en la capacidad de la memoria de trabajo y una menor eficiencia de los mecanismos de inhibición debido a una pérdida selectiva de neuronas

- 7) La importancia de caracterizar el procesamiento semántico en el envejecimiento normal a través de los PREs, proporciona información importante para obtener índices pre-clínicos que ayudarían a realizar un diagnóstico precoz, confiable y adecuado de un envejecimiento patológico.

## REFERENCIAS

- American Psychiatric Association (1995). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* (4<sup>th</sup> ed.). Barcelona: Mason.
- Ardilla, A. y Rosselli, M. (1989). Neuropsychological characteristics of normal aging. *Developmental Neuropsychology*, 5: 307-320.
- Atkinson, R.C. y Shiffrin, R.M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. En K. W. Spence y J. T. Spence (Eds.), *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory*, Academic Press. New York.
- Aveleyra, E. (1997). Indices predictivos de deterioro cognoscitivo en la enfermedad de Alzheimer familiar. Un estudio electrofisiológico de la memoria semántica. Tesis. México. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Aveleyra, E., Gómez, C., Ostrosky, F., Rigalt, C. y Cruz, F. (1996). Adaptación de los estímulos no verbales de Snodgrass y Vanderwart en población hispanohablantes: Criterios para la denominación, concordancia de la imagen, familiaridad y complejidad visual. *Revista Mexicana de Psicología*, 13: 5-19.
- Baddeley, A.D. (1990). *Human memory: Theory and practice*. Hove: Lawrence Erlbaum Associates.
- Baddeley, A.D. (1992). Working memory. *Science*, 255: 556-559.
- Baddeley, A.D. (1998). Recent developments in working memory. *Cognitive Neuroscience*, 8: 234-238.
- Baddeley, A.D. y Hitch, G. (1974). Working memory. En G. A. Bower (Ed.), *Recent advances in learning and motivation* (vol.8). Academic Press. New York.
- Bajo, M.T. (1988). Semantic facilitation with pictures and words. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 14: 579-589.
- Banich, M.T. (1997). *Neuropsychology: The neuronal bases of mental function*. Houghton Mifflin Company, Boston, U.S.A.
- Barret, E.S. y Rugg, M.D. (1989). Event-related and semantic matching of faces. *Neuropsychologia*, 27: 913-922.

- Barret, E.S. y Rugg, M.D. (1990). Event-related potentials and the semantic matching pictures. *Brain and Cognition*, 14: 201-212.
- Beauvois, M.F. (1982). Optic aphasia. A process of interaction between perception and language. *Philos. Trans. R. Soc. London B*, 289: 35-47.
- Bermejo, P.F., López, G.L., Pascual, M.F. y Morarles Asin, F. (1993). Trastornos de memoria y deterioro cognitivo en el anciano. En P.F. Bermejo y T. Del Ser (Eds.), *Demencias: Conceptos actuales* (pp. 39-51). Díaz de Santos: Madrid.
- Bobes, M., Lei, Z., Ibañez, S., Yi, H. y Valdez-Sosa, M. (1996). Semantic matching of picture in schizophrenia: A cross-cultural ERP study. *Biological Psychiatry*, 37: 1-14.
- Brown, W. (1915). Practice in associating color-names with colors. *Psychological Review*, 22: 45-55.
- Bub, D., Black, S., Hampson, E. y Kertesz, A. (1988). Semantic encoding of pictures and words: Some neuropsychological observations. *Cognitive Neuropsychology*, 5: 27-66.
- Cappa, S.F., Perani, D., Schnur, T., Tettamanti, M. y Fazio, F. (1998). The effects of semantic category and knowledge type on lexical-semantic access: a PET study. *Neuroimage*, 8: 350-359.
- Caramazza, A., Hillis, A.E., Rapp, B.C. y Romani, C. (1990). The multiple semantics hypothesis: Multiple confusions? *Cognitive Neuropsychology*, 7: 161-189.
- Carrie, A.J., Ken, A.P., Heather, K.M. y Kutas, M. (1998). Memory changes with normal aging: Behavioral and electrophysiological measures. *Psychophysiology*, 35: 669-678.
- Castañeda, M., Ostrosky-Solis, F., Perez, M., Bobes, M.A. y Rangel, L.E. (1997). ERP assessment of semantic memory in Alzheimer's disease. *International Journal of Psychophysiology*, 27(3): 201-14.
- Castillo, G.P. (1997). Índices electrofisiológicos de los cambios en la memoria semántica asociados a la edad. Tesis. México. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Cattell, J.M. (1886). The time to see and name objects. *Mind*, 11: 63-65.
- Cerella, J. (1985). Information processing rates in the elderly. *Psychological Bulletin*, 98: 67-83.
- Cerella, J. (1990). Aging and information processing rate. En J. Birren y K. Schaie (Eds.), *Handbook of psychology and aging* (pp. 201-221). New York: Academic Press.

- Coleman, P.D. y Flood, D.G. (1987). Neuron numbers and dendritic extent in normal aging and Alzheimer's disease. *Neurobiology of Aging*, 8: 521-545.
- Collins, A. y Loftus, E. (1975). A spreading activation theory of semantic processing. *Psychological Review*, 82: 407-428.
- Craik, F.I.M. (1989). En R. Wurtman (Ed.), *Alzheimer's disease: Advances in basic research and therapy*. Cambridge, MA: Center for Brain Sciences.
- Daigneault, S., Braun, C.M.J. y Whitaker, H.A. (1992). Early effects of normal aging on perseverative and non-perseverative prefrontal measures. *Developmental Neuropsychology*, 8: 99-114.
- Davis, H.; Cohen, A., Gandy, M., Colombo, P., Van Dusseldorp, G., Simolke, N. y Romano, J. (1990). Lexical priming deficits as a function of age. *Behavioral Neuroscience*, 104: 288-297.
- Faver, P.F. y Faver, T.B. (1982). Performance of normal older adults on tests designed to measure parietal lobe functioning. *American Journal of Occupational Therapy*, 36: 444-449.
- Folstein, M., Folstein, S. y McHugh, P. (1975). "Mini mental state." A practical method for regarding the cognitive state of patients for the clinician. *Journal of Psychiatric Research*, 12: 189-198.
- Fraisse, P. (1969). Why is naming longer than reading? *Acta Psychologica*, 30: 96-103.
- Friedman, D., Sutton, S., Putman, L., Brown, C. y Erlenmeyer-Kimling, L. (1989). ERP components in pictures matching in children and adults. *Psychophysiology*, 24: 570-589.
- Glaser, W.R. (1992). Picture naming. *Cognition*, 42: 61-105.
- Glaser, W.R. y Dünghoff, F.J. (1984). The time course of picture-word interference. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 10: 640-654.
- Glaser, W.R. y Glaser, M.O. (1989). Context effects in Stroop-like word and picture processing. *Journal of Experimental Psychology General*, 118: 13-42.
- Graf, P. (1990). Life-span changes in implicit and explicit memory. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 28: 353-358.

- Graf, P. y Schacter, D. L. (1985). Implicit and explicit memory for new associations in normal and amnesic subjects. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 11 (3): 501-518.
- Gunter, T.C., Jackson, J.L. y Mulder, G. (1992). Aging effects on semantic academics. *Psychophysiology*, 29: 38-54.
- Gur, R.C., Gur, R.E., Obrist, W.D., Skolnick, B.E. y Reivitch, M (1987). Age and regional cerebral blood flow at rest and during cognitive activity. *Archives of General Psychiatry*, 44: 617-621.
- Hamberger, J.M., Friedman, D., Ritter, W. y Jeffrey, R. (1995). Event-related potential and behavioral correlates of semantic processing in Alzheimer's patients and normal control. *Brain and Language*, 48: 33-68.
- Harbin, T., Marsh, G. y Harvey, M. (1984). Differences in the late components of the event related potentials due to age and to semantic and non-semantic tasks. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 59: 489-496.
- Hasher, L. y Zacks, R. (1988). Working memory, comprehension, and aging: A review and a new view. En G. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (pp. 193-225). New York: Academic Press.
- Holcomb, J.P. (1988). Automatic and attentional processing: An event-related brain potentials analysis of semantic priming. *Brain and Language*, 35: 66-85.
- Holcomb, J.P. y McPherson, B.W. (1994). Event-related brain potentials reflect semantic priming in an object decision task. *Brain and Cognition*, 24: 259-276.
- Iragui, V., Kutas, M. y Salmon, D. (1996). Event-related brain potentials during semantic categorization in normal aging and senile dementia of the Alzheimer's type. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 4: 1-15.
- Irwin, D.I. y Lupker, S.J. (1983). Semantic priming of pictures and words: A levels of processing approach. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 22, 45-60.
- Java, R.I. y Gardiner, J.M. (1991). Priming and aging: Further evidence of preserved memory function. *American Journal of Psychology*, 104: 89-100.
- Kandel, E.R., Schwartz, J.H. y Jessell, T.M. (2000). *Principles of neural science*. (4ª edición). McGraw-Hill.



- Kantowitz, B.H. (1974). Double stimulation. En B.H. Kantowitz (Ed.), *Human information processing: Tutorials in performance and cognition* (pp. 83-131). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Karayanidis, F., Andrews, S., Ward, P. y McConaghy, M. (1993). Event-related potentials and repetition priming in young, middle-aged and elderly normal subjects. *Cognitive Brain Research*, 1: 123-134.
- Klisz, D. (1978). Neuropsychological evaluation of older persons. En M. Storandt (Ed.), *The clinical psychology of aging* (pp. 71-95). New York: Plenum Press.
- Knott, V.J., Harr, A. y Mahoney, C. (1999). Smoking history and aging-associated cognitive decline: an event-related brain potential study. *Neuropsychobiology*, 40: 95-106.
- Kutas, M. y Hillyard, S. (1980). Reading senseless sentences: brain potentials reflect semantic incongruity. *Science*, 207: 203-205.
- Kutas, M. y Hillyard, S. (1984). Brain potentials during reading reflect word expectancy and semantic association. *Nature*, 307: 161-163.
- Kutas, M. e Iragui, V. (1998). The N400 in a semantic categorization task across 6 decades. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 108 (5): 456-471.
- Kutas, M. y Van Petten, C. (1988). Event-related brain potential studies of language. *Advances in Psychophysiology*, 3: 139-187.
- Lambon Ralph, M.A., Patterson, K. y Hodges, J.R. (1997). The relationship between naming and semantic knowledge for different categories in dementia of Alzheimer's type. *Neuropsychologia*, 35 (9): 1251-1260.
- Levelt, W.J.M. (1989). *Speaking: From intention to articulation*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Mangone, C.A., Allegri, R.F., Arizaga, R.L. y Ollari, J.A. (1999). *Demencia. Un enfoque multidisciplinario* (1ra. edición). Argentina: Ediciones Sagitario.
- McCarthy, R.A. y Warrington, E.K. (1988). Evidence for modality-specific meaning system in the brain. *Nature*, 334 (6181): 428-430.
- McCarthy, G. y Wood, C.C. (1985). Scalp distributions of event related potentials: An ambiguity associated with analysis of variance models. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 62: 203-208.
- Mesulam, M. M. (1990). Large-scale neurocognitive networks and distributed processing for attention, language, and memory. *Annual Neurology*, 28: 597-613.

- Mittenberg, W., Seidenberg, M., O'Leary, D.S. y DiGiulio, D.V. (1989). Changes in cerebral functioning associated with normal aging. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 11: 918-932.
- Neville, H. (1985) Biological constraints on semantic processing: a comparison of spoken and signed languages. *Psychophysiology*, 22: 576.
- Neville, H., Nicol, J., Brass, A., Forster, K. y Garret, M. (1991). Syntactically based sentence processing classes: Evidence from event-related brain potentials. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 3: 151-165.
- Nigam, A., Hoffman, J.E. y Simons, R.F. (1992). N400 to semantically anomalous pictures and words. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 4: 15-22.
- Nyberg, L., Persson, J., Habib, R., Tulving, E., McIntosh A.R., Cabeza, R. y Houle, S. (2000). Large scale neurocognitive networks underlying episodic memory. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 12 (1): 163-173.
- Osterhout, L. y Holcomb, P. (1992). Event-related brain potentials elicited by syntactic anomaly. *Journal of Memory and Language*, 31: 785-806.
- Ostrosky-Solís, F. (1996). La neuropsicología del envejecimiento normal y patológico. En Corsi, M. (Eds.), *Aproximaciones a las Neurociencias de la Conducta* (pp. 235-258). Trillas, México.
- Ostrosky-Solís, F., Ardila, A. y Rosselli, M. (1997). Evaluación Neuropsicológica Breve en Español: NEUROPSI. Bayer: México.
- Ostrosky-Solís, F., Castañeda, M., Perez, M., Castillo, G. y Bobes, M.A. (1998). Cognitive brain activity in Alzheimer's disease: electrophysiological response during picture semantic categorization. *Journal of International Neuropsychology Society*, 4(5): 415-425.
- Ostrosky-Solís, F. y Chayo-Dichi, R. (1997). Potenciales tardíos y funciones cognitivas. En F. Hernández Orozco, T. Flores, Y. Peñalosa. (Eds), *Registros Electrofisiológicos para el Diagnóstico de los Trastornos de la Comunicación Humana* (pp. 38-52) Secretaría de Salud.

- Ostrosky-Solís, F., Rodríguez, Y., García de la Cadena, C., Jaime, R., Valdés, A., Guevara, M.A., Chayo, R. y Llamosas, C. (1995). Marcadores mnésicos del envejecimiento normal y patológico. *Revista Pensamiento y Lenguaje*, 1 (2B): 367-375.
- Paivio, A. (1971). *Imagery and verbal processes*. New York: Holt, Rinehart y Winston.
- Paivio, A. (1978). A dual coding approach to perception and cognition. En H.L. Pick, Jr. y E. Saltzman (Eds.), *Modes of perceiving and processing information* (pp. 39-51). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Picton, T. (1992). The P300 wave of the human-event related potential. *Journal of Clinical Neuropsychology*, 9: 456-479.
- Potter, M.C. (1979). Mundane symbolism: The relations among objects, names, and ideas. En N.R. Smith & M.B. Franklin (Eds.), *Symbolic functioning in childhood* (pp. 41-65). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Pratarelli, M.E. (1994). Semantic processing of pictures and spoken words: Evidence from event-related brain potentials. *Brain and Cognition*, 24: 137-157.
- Riddoch, M.J., Humphreys, G.W., Coltheart, M. y Lindsley, D.B. (1988). Semantic systems or system? Neuropsychological evidence re-examined. *Cognitive Neuropsychology*, 5: 3-26.
- Robbins, T.W., James, M., Owen, A.M., Sahakian, B.J., McInnes, L. y Rabbitt, P. (1994). Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery (CANTAB): a factor analytic study of a large sample of normal elderly volunteers. *Dementia*, 5(5):266-281.
- Rosch, E. (1975). Cognition representation of semantic categories. *Journal of Experimental Psychology: General*, 104: 192-233.
- Rosch, E., Mervis, C.B., Gray, W.D., Johnson, D.M. y Boyes-Braem, P. (1976). Basic objects in natural categories. *Cognitive Psychology*, 8, 382-439.
- Salthouse, T. A. (1985). Speed of behavior and its implications for cognition. En J. Birren y K. Schaice (Eds.), *Handbook of the psychology of aging* (pp. 400-426). New York: Academic Press.
- Salthouse, T.A. (1996). Constraints on theories of cognitive aging. *Psychonomic Bulletin and Review*, 3 (3): 287-299.

- Segui, J. y Fraisse, P. (1968). Le temps de réaction verbale. III. Réponses spécifiques et réponses catégorielles à des stimulus objets [Verbal reaction time. III. Specific and categorical responses to stimulus objects]. *L'année psychologique*, 68: 69-82.
- Seifert, L. S. (1997). Activating representations in permanent memory: different benefits for pictures and words. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 23 (5): 1106-1121.
- Selkoe, J. D. (1992). Envejecimiento normal y mental. *Scientific American* (edición en español), 194: 97-103.
- Seymour, P.H.K. (1979). Human visual cognition. London: Collier Macmillan.
- Shallice, T. (1988). From neuropsychology to mental structure. Cambridge University Press. Cambridge.
- Shaw, T.G., Mortel, K.F., Meyer, J.S., Rogers, R.L., Hardenberg, J., y Cutaia, M.M. (1984). Cerebral blood flow changes in benign and cerebrovascular disease. *Neurology*, 34: 855- 862.
- Snodgrass, J. y Vanderwart, M. (1980). A standardized set of 260 pictures: Norms for name agreement, image agreement, familiarity, and visual complexity. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 6: 174-215.
- Snodgrass, J.G. (1980). Towards a model for picture-word processing. En P.A. Kolars, M.E. Wrolstad y H. Bouma (Eds.), *Processing of visible language* (Vol. 2, pp. 565-584). New York: Plenum Press.
- Snodgrass, J.G. (1984). Concepts and their surface representations. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 23: 3-22.
- Squire, L. R. (1984). The neuropsychology of memory. En P. Marler y H. Terrace (Eds.), *The biology of learning* (pp. 304- 398). Berlin: Springer-Verlag.
- Squire, L.R. (1987). *Memory and brain*. Nueva York: Oxford University Press.
- Stillings, N.A., Weisler, S.E., Chase, C.H., Feinstein, M.H., Garfield, J. L y Rissland E.L. (1995). *Cognitive Science. An Introduction*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- Swaab, T., Brown, C. y Hagoort, P. (1997). Spoken sentence comprehension in aphasia: Event-related potential evidence for a lexical integration deficit. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 9 (1): 39-66.
- Swets, J.A. (1964). *Signal detection and recognition by human observers*. New York: Wiley.

- 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 task. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 23: 123-142.
- Theios, J. y Amrhein, P.C. (1989). Theoretical analysis of the cognitive processing of lexical and pictorial stimuli: Reading, naming, and visual and conceptual comparasion. *Psychological Review*, 96: 5-24.
- Tuving, E. (1987). Multiple memory systems and consciousness. *Human Neurobiology*, 6: 67-80.
- Van Petten, C., Kutas, M., Kleunder, R., Mitchiner, M. y McIsaac, H. (1991). Fractioning the word repetition effect with event-related potentials. *Journal Cognitive Neuroscience*, 3: 131-150.
- Van-Wielink, G. (2000). Déficit de atención con hiperactividad. Impresora Formal, México, D. F.
- Warren, L.R., Butler, R.W., Katholi, C.R. y Halsey, J.H. (1985). Age differences in cerebral blood flow during rest and during mental activation measurements with and without monetary incentive. *Journal of Gerontology*, 40: 53-59.
- Warrington, E.K. (1975). The selective impairment of semantic memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 27: 187-199.
- Wilson, B.A. (1996). Rehabilitación y manejo de los problemas de memoria. En F. Ostrosky, A. Ardila y R. Chayo (Eds.), *Rehabilitación neuropsicológica: conceptos y tratamientos básicos para la rehabilitación del daño cerebral* (pp. 156-179). Planteta, México.
- Zola-Morgan, S. y Squire, L. R. (1985). Medial temporal lesions in monkeys impair memory on a variety of tasks sensitive to human amnesia. *Behavioral Neuroscience*, 99: 22-34.