



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---

PROGRAMA DE MAESTRIA Y DOCTORADO EN PSICOLOGIA  
NEUROCIENCIAS DE LA CONDUCTA

EFFECTOS DE LA ATENCIÓN DIVIDIDA SOBRE LA MEMORIA  
EPISÓDICA Y SUS RESPUESTAS NEUROFISIOLÓGICAS EN  
ADULTOS JÓVENES Y MAYORES

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
**DOCTORA EN PSICOLOGÍA**  
P R E S E N T A  
**MARTHA PATRICIA TREJO MORALES**

JURADO DE EXAMEN DE GRADO

DIRECTORA: DRA. SELENE CANSINO ORTIZ

COMITÉ: DRA. YOLANDA DEL RÍO PORTILLA  
DRA. ERZSÈBET MAROSI HOLCZBERGER  
DRA. MARÍA CORSI CABRERA  
DRA. GUILLERMINA YÁÑEZ TÉLLEZ  
DRA. DOLORES RODRÍGUEZ ORTIZ  
DR. MARIO RODRÍGUEZ CAMACHO



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.

---

## RECONOCIMIENTOS

El presente estudio se realizó con recursos del Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT) de la Dirección General de Asuntos del Personal Académico de la Universidad Nacional Autónoma de México (Proyecto No. IN300309) y del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Proyecto No. 98801)

La presente tesis fue posible gracias a la beca para estudios de Doctorado, otorgada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología registro 189328 y al I0006-2006-0, asimismo, a la beca Tesis Doctoral de la Dirección de Estudios de Posgrado, Universidad Nacional Autónoma de México.

---

## AGRADECIMIENTOS

Dra. Selene Cansino: Le agradezco la oportunidad que me brindo de trabajar con usted, de formar parte de su laboratorio, de enseñarme cómo se hace ciencia y de la disciplina que se requiere para ello. Gracias por el tiempo que invirtió en mi formación, por la paciencia y por los consejos que me brindo para mejorar mi vida personal y académica. Gracias por la oportunidad que me dio de hacer de la ciencia mi forma de vida, por reafirmar que esto es lo que quiero y que aunque a veces me fallen las formas, siempre hay forma de llegar si sé a dónde quiero ir. Muchas gracias por confiar en mí y ojalá nuestra amistad perdure.

Dra. Yolanda del Río: Gracias por estar junto a mí durante todo este proceso. Agradezco los consejos académicos que me dio pero valoro aún más los consejos de vida que me permitieron no naufragar.

Dra. Erzsèbet Marosi: Le agradezco sus valiosos comentarios y el incondicional apoyo que he recibido a lo largo de mi formación. Gracias por siempre ser cordial y recibirme con una sonrisa.

Dra. María Corsi: Gracias por las valiosas aportaciones que realizó a mi trabajo y por su trato cordial.

Dra. Guillermina Yáñez: Gracias por enriquecer mi trabajo con sus comentarios y por el trato amable.

Dra. Dolores Rodríguez: Usted ha sido testigo de mi avance académico, fue mi revisora en la tesis de licenciatura y hoy es parte de mi comité para el doctorado. Muchas gracias por estar presente en esos momentos y por confiar en que un día terminaría lo que empecé hace tanto tiempo.

Dr. Mario Rodríguez: Gracias por los comentarios y correcciones hacia este trabajo, por el trato amable y por la disponibilidad a apoyarme.

Agradezco a todas las personas que participaron en los registros y que tuvieron la paciencia de realizar las tareas. Gracias porque en la mayoría de los casos aunque terminaban cansados, siempre nos desearon éxito en nuestra vida profesional.

Le doy las gracias a la Universidad Nacional Autónoma de México porque me permitió formarme, porque me abrió las puertas como a millones de personas que quieren mejorar y aprender y porque me sigue maravillando día a día lo que su gente puede hacer. Le agradezco que me permitiera soñar, vivir una realidad diferente, llamarla mi casa y porque me dio la oportunidad de conocer a personas muy importantes en mi vida. Gracias y ojalá nunca olvidé parte de tu himno: ... *Ser para los demás, lo suyo a todos dar, sabiendo para prever, previniendo para obrar...*

---

## DEDICATORIA

El valor de las cosas no está en el tiempo que ellas duran,  
sino en la intensidad con que suceden.  
Por eso existen momentos inolvidables, cosas inexplicables  
y personas incomparables.

Fernando Pessoa

Padre: Agradezco el amor, la compañía, el apoyo, las risas, las lágrimas y todo lo que me has brindado. Gracias por ser el centro que me ha permitido siempre andar y regresar cuando quiero o lo necesito, por hacer mi vida interesante, por respaldarme aún cuando me equivoco y por enseñarme el valor del silencio. Gracias por traer a Jessy, a Luisa y a Coffee a mi vida.

Madre: Gracias por el amor incondicional y por enseñarme que la vida se puede disfrutar a través de cosas tan cotidianas y maravillosas como una taza de café. Te agradezco la oportunidad que me brindaste todos los días para ser una mejor persona y por estar en los días aciagos y felices.

Oscar: Crecer y acompañarnos es lo que espero siga ocurriendo. Gracias por esos momentos de risa y de ternura, gracias por enseñarme que debo respetar las diferencias y que el cariño y el amor vienen en diferentes presentaciones, aunque éstas puedan ser muy extrañas. Te quiero.

Tía Carmen, tío Juan, Carmen y Arturo: Me apoyaron en todo el proceso, me abrieron las puertas de su casa, me aconsejaron, me permitieron ver su crecimiento y me enseñaron que el día a día es lo que mueve a una familia. Gracias por las ocurrencias, las risas, los regaños y esas reuniones en las que me recordaron que aún con los defectos de cada miembro, la familia es un regalo.

Tía Elena y Génesis: El amor, el apoyo, las palabras, los consejos, la compañía, las risas e incluso las lágrimas...con qué se paga. Sólo puedo darles las gracias porque son el ejemplo de lo que una mujer fuerte puede lograr, gracias por enseñarme a no exagerar el dolor o el sufrimiento y por hacerme sentir parte de su familia.

Tío Rey, tía Antonia, Erika, Yunuen y Mónica: Gracias por estar presentes a lo largo de este proyecto, por su compañía y por su cariño.

Selene: Gracias por darme la oportunidad de entrar hace ya muchos años al laboratorio y porque con el ejemplo me has mostrado en este tiempo qué es lo que hace una mujer en la investigación y como el trabajo diario es el que rinde frutos. Gracias por ampliar mi panorama y lo más importante, gracias por las enseñanzas, la confianza, el cariño, la paciencia y la amistad aún en tiempos difíciles.

Yolanda del Río: Me has apoyado en muchos aspectos, me has visto reír de ansiedad y de alegría, me has visto a punto de llorar y salir corriendo y me has dado un abrazo. Ese apoyo me ha permitido llegar a la parte de escribir estas líneas. Gracias por tu sonrisa y cariño sincero y desinteresado.

Dra. Marosi: Gracias por el apoyo y por las asesorías, por haberme aconsejado y por facilitarme el tránsito a lo largo de este doctorado.

Alejandra Ruiz: Eres una de las mujeres que admiro no sólo por el conocimiento que tienes y el manejo que haces de éste sino por la capacidad que tienes de apoyar y hacer sentir importantes a los que te rodean. Gracias por brindarme una sonrisa desde que inicio este proceso, por las horas de trabajo que compartimos y por escucharme y aconsejarme. Te quiero.

Marco: Amigo, gracias porque sigues junto a mí y por haberme acompañado en mis momentos más vulnerables. Gracias por enseñarme lo que es el amor incondicional a la vida y a la familia. Gracias

---

---

porque humanizas la duda del día a día, del amor y del respeto. Gracias por tu sonrisa y por el brillo de tus ojos cuando somos cómplices en el sorteo de las complicaciones. Te quiero.

Evelia: Subimos juntas a este tren y al parecer, ambas estamos cerca de la parada. Hemos estado juntas en momentos de crisis, de ansiedad y de alegría extrema... y vaya que aprendí de todo ello. Gracias por dejarme conocer a tu familia y por permitirme ser testigo del crecimiento profesional y personal que has tenido. Te quiero y sabes que estaré cuando llames.

Bernarda: Gracias por el apoyo que me brindaste y por una frase que dijiste en uno de esos largos días de trabajo...me gusta vivir y conocer porque quiero tener muchas anécdotas que contar a mis nietos. Te vi y me di cuenta que tenías razón, la vida no era sólo el trabajo sino también disfrutar del sol en un día de campo.

Frine: Gracias por el apoyo, la amistad, los consejos, la compañía y la locura. Hemos aprendido mucho en estos últimos años y te agradezco que me permitieras conocerte ya que eres una mujer maravillosa, inteligente, fuerte y capaz de reconstruirse todos los días. Te quiero.

Joyce: Gracias por la amistad y las ocurrencias. El día a día en el laboratorio se hace más fácil cuando sabes que hay una amiga que se ríe contigo y se distrae, al igual que tú, por el color y los sonidos de la vida.

Cinthya: Amiga, eres el ejemplo de una mujer en la investigación, eres una mujer fuerte que ha sido una presencia constante en mi vida académica y personal. Muchas gracias por ayudarme a aterrizar muchos sueños y temores.

Luisa: Gracias por las palabras, las letras, las conversaciones y por recordarme que el movimiento es el patrón que debe seguir un individuo que quiere vivir.

Karla: Mujer fuerte que defiende día a día el valor de las personas, de las diferencias, del conocimiento y que ejemplifica el respeto a la individualidad. Gracias por el apoyo y por sonreír.

Haydée: Gracias por las largas conversaciones en las que me permitiste aprender de ti, por dejarme conocer a la mujer inteligente y a la bella persona que se preocupa por su realidad social.

Sandra: Tu sonrisa me permitió muchos días recordar que en el mundo hay personas honestas, sinceras, inteligentes y con la capacidad de brindar alegría.

David: Tus ocurrencias e innumerables preguntas me hicieron reír y preguntarme si las cosas son realmente lo que parecen.

Melisa, Lisette, Mara, Fabiola, Mariana, Andrea, Yadira, Fernando y Diana: Gracias a todos ustedes por su compañía, amistad y por las conversaciones que tuvimos en las que aprendí de todo.

Guadalupe: Mujer inteligente y sensible, muchas gracias por estar presente, por escuchar, por crear y por soñar conmigo...por ver la vida en colores, formas y poesía. Te agradezco que no te hayas alejado a pesar de escuchar...todo bien. Te quiero y te admiro.

Federico: Llevamos andado un camino muy largo y ambos hemos crecido en todos los aspectos, hemos superado dificultades que amenazaron nuestra amistad pero ahora es sólida y estoy segura que seguiremos compartiendo momentos muy divertidos. Gracias por tocar la puerta siempre con una sonrisa.

Joel: Hombre inteligente, sensible, cariñoso, disciplinado y honesto. Admiro tu capacidad para ver la belleza que otros no, por predicar con el ejemplo y por alcanzar tus metas. Me has enseñado un

---

---

reflejo de la realidad y ojalá me permitas seguir recordándote que hay seres por los que vale la pena intentarlo otra vez. Te quiero y sé que, aún con nuestros desacuerdos, quiero que sigas en mi vida.

Patricia Murrieta: Llevamos tres años de conocernos y me parece que aún falta mucho. Gracias por las horas de charla, por el café, los consejos, por sonreír y enseñarme que tener una amistad es un regalo que hay que cuidar. Admiro tu capacidad de oír y ver a las personas y a las cosas a través de colores y sonidos que armonizan la vida.

José Luis: Gracias por haber cuidado de mí y por haberme brindado tu apoyo y amistad, por compartir la música y por tu sonrisa franca.

Pedro: Gracias por tu compañía, por los momentos juntos, por el apoyo y por la comprensión.

Miguel: Con música y poesía me acompañaste en muchos momentos, gracias.

Alma, Gustavo, Fabián, Alejandra, Mario, Cecilia, Citlali y Olivia: Empezamos un camino hace más de 12 años y hemos tomado caminos diferentes, no obstante, el cariño permanece. Gracias por las sonrisas y por las numerosas anécdotas que tengo con ustedes.

Zeidy: Gracias por tu sonrisa franca y tus palabras de apoyo.

Aarón: Gracias por el apoyo y por ayudarme a conocer un poco más acerca de mí.

Natalia, Edgar, Marmen, Pablo, Raymundo y Guadalupe: Gracias por permitirme entrar a sus seminarios, las neurociencias eran muy divertidas a su lado.

Familia Hernández: Gracias por permitirme entrar en su casa, por apoyarme y por las numerosas tardes que me permitieron convivir con ustedes. Les agradezco los consejos, las pláticas y el tiempo.

Ing. Fernando: Gracias por el apoyo que me brindo.

Carlos Durán y a Eugenia: Les agradezco la ayuda y el apoyo que me dieron a lo largo de muchos años.

Dr. Oscar Prospéro: Gracias por permitirme entrar a sus seminarios, por mostrarme el lado humano de las neurociencias y por ayudar a mis amigos.

Fernando Carrillo: Gracias por darme la oportunidad de impartir clases y por recordarme el valor de una palmada en el hombro, de un por favor y de una sonrisa sincera.

Anabel Cucagna: Confiaste en mí y me diste la oportunidad de seguir trabajando. Al fin lo logré, gracias por estar presente.

Gracias a Rubén, Eduardo, Ángel, Francisco, Nahomí, América, Alberto, Mónica, Brenda, Oriana, Zahydée, Karina, David, Diego, Jonathan, Omar, Irais, Jasén, Verónica, Cecilia, Gabriel, Cristell, Fernanda, Verónica y a todos los alumnos de la UIN que me han permitido conocerlos y que en algún momento confiaron en mí.

Gracias a Arturo, Nayeli, Saraaim, Diana, Sandra, Oscar, Jesús, Elvira, Adriana, Sergio, Yanine, Marité, Denisse, Stephany, Anahí, Ana, Erika, Alfonso, Uriel, Dulce, Jeymmi, Luz, Neri, Tanya y Fernando.

---

*No sé de quién recuerdo mi pasado,  
Otro lo fui, ni me conozco  
Al sentir con mi alma  
Aquella ajena que al sentir recuerdo.  
De un día a otro nos desamparamos.  
Nada cierto nos une con nosotros,  
Somos quienes somos y es  
Cosa vista por dentro lo que fuimos.*

Ricardo Reis



---

## ÍNDICE

<b>Reconocimientos</b>	II
<b>Agradecimientos</b>	III
<b>Dedicatoria</b>	IV
<b>Resumen</b>	1
<b>Abstract</b>	2
<b>Introducción</b>	3
<b>Antecedentes</b>	
Potenciales Relacionados a Eventos	5
Envejecimiento	10
Memoria episódica y edad	14
Atención dividida	27
Atención dividida y memoria episódica	35
Objetivos	46
<b>Experimento 1</b>	48
Sujetos	51
Instrumentos	52
Aparatos	53
Estímulos	54
Procedimiento	55
Registro electrofisiológico	59
Análisis de datos	61
Resultados	65
Discusión	80
<b>Experimento 2</b>	89
Sujetos	91
Instrumentos	92
Aparatos	92
Estímulos	93
Procedimiento	93
Análisis de datos	93
Resultados	94
Discusión	100
<b>Discusión general</b>	105
<b>Conclusiones</b>	110
<b>Limitaciones y sugerencias</b>	112
<b>Referencias</b>	114

---

## Resumen

El objetivo del presente estudio fue determinar si el reconocimiento difiere entre adultos jóvenes y mayores bajo condiciones de atención dividida durante la adquisición (Experimento 2) o la recuperación (Experimento 1) de información episódica. Asimismo, establecer si las respuestas neurofisiológicas durante el reconocimiento difieren entre adultos jóvenes y mayores en condiciones de atención dividida. En ambos experimentos la dificultad de la tarea se igualó entre los grupos de edad y las condiciones de atención. En la fase de codificación los participantes realizaron una tarea de clasificación semántica (natural-artificial) de imágenes de objetos comunes. En la fase de reconocimiento, los sujetos clasificaron las imágenes como viejas si las habían visto en la fase de codificación o como nuevas si no las habían visto. En las condiciones de atención dividida, los sujetos realizaron además de las tareas descritas, una tarea de discriminación visual que consistió en decidir si el cuadrado que estaba alrededor de cada imagen cambiaba o no de color durante el ensayo. Los resultados mostraron que la codificación y el reconocimiento son vulnerables ante condiciones de atención dividida. Cuando la atención se dividió en la codificación ambos grupos mostraron un menor porcentaje de respuestas correctas y mayores tiempos de reacción tanto en la tarea de memoria como en la tarea de discriminación visual; en cambio, cuando la atención se dividió durante el reconocimiento, ambos grupos mostraron un incremento en los tiempos de reacción en la tarea de memoria y una menor ejecución en la tarea de discriminación visual. Los Potenciales Relacionados a Eventos medidos en condiciones de atención dividida mostraron el componente que se asocia a procesos de recolección en ambos grupos de edad sin que se mostraran diferencias de amplitud entre ellos. Los resultados demuestran que los adultos mayores realizan procesos de codificación y reconocimiento en condiciones de atención dividida de manera similar a como los llevan a cabo los adultos jóvenes, cuando la dificultad entre las tareas es equivalente entre los grupos de edad.

---

## Abstract

The aim of this study was to determine whether recognition differs between young and older adults under conditions of divided attention during encoding (Experiment 2) or recognition (Experiment 1) of episodic information. Also, determine whether the neurophysiological responses during recognition differ between younger and older adults under conditions of divided attention. In both experiments the difficulty of the task is equalized between age groups and attention conditions. In the encoding phase participants performed a semantic classification task (natural-artificial) on images of common objects. In the recognition phase, subjects classified the images as old if they had seen in the encoding phase or as new if they had not been seen. In conditions of divided attention, subjects performed the tasks described in addition to a visual discrimination task, it consisted to decide if the frame around each image changed or not of color during the trial. The results showed that the encoding and the recognition are vulnerable to conditions of divided attention. When attention was divided in encoding, both groups showed a lower percentage of correct responses and a increased reaction times in memory task and in the visual discrimination task, whereas when attention was divided during the recognition, both groups showed an increase in reaction times in the memory task and lower performance in the visual discrimination task. Event-related potentials measured in divided attention conditions showed the component that is associated recollection processes in both age groups; however, there were no significant differences in amplitude between them. The results demonstrate that older adults perform encoding and recognition processes under conditions of divided attention in a similar way as carried out by young adults, when the difficulty between the tasks is equivalent between age groups.

---

## Introducción

En las tareas de atención dividida se les pide a los sujetos que realicen dos tareas o que atiendan a dos estímulos simultáneamente. La manipulación de la atención mediante este tipo de tareas, ya sea durante la codificación o durante la recuperación de información en tareas de memoria, permite valorar la importancia de la atención en los procesos de memoria e incrementar el conocimiento existente sobre la interacción entre ambos procesos. Este conocimiento es importante para entender lo que ocurre en situaciones del mundo real, en las cuales las personas constantemente deben codificar y recuperar información bajo condiciones de atención dividida (Fernandes, Moscovitch, Ziegler y Grady, 2005; Naveh-Benjamin, Craik, Guez y Kreuger, 2005). El objetivo del presente estudio es describir los efectos, a nivel conductual y fisiológico, que ocurren cuando se manipula la atención en tareas de memoria episódica tanto en adultos jóvenes como en adultos mayores.

En diversos estudios realizados con adultos jóvenes (*e.g.* Curran, 2004; Craik, Govoni, Naveh-Benjamin y Anderson, 1996; Iidaka, Anderson, Kapur, Cabeza y Craik, 2000) se ha encontrado que la codificación de información se afecta significativamente cuando los sujetos realizan otra tarea de forma concurrente. Sin embargo, los resultados obtenidos en los estudios en los que se manipula la atención durante la fase de recuperación son inconsistentes. Algunos autores sugieren que la recuperación es un proceso inmune a la manipulación de la atención (*e.g.* Craik *et al.*, 1996; Iidaka *et al.*, 2000; Naveh-Benjamin y Guez 2000); mientras que otros demuestran que la recuperación sí utiliza recursos de la

---

---

atención (*e.g.* Naveh-Benjamin, Craik, Gavrilesco y Anderson, 2000) y que la ausencia de efectos en los estudios previos se debe al tipo de tareas (Fernandes *et al.*, 2005) que se utilizan. En los adultos mayores se ha encontrado que en condiciones de atención dividida, la ejecución en tareas de memoria disminuye (*e.g.* Naveh-Benjamin, 2000; Park, Smith, Dudley y Lafronza, 1989) y que la actividad cerebral es diferente en comparación con la de los adultos jóvenes (*e.g.* Anderson *et al.*, 2000; Cabeza, 2001).

El presente trabajo comienza con una breve descripción de la técnica de Potenciales Relacionados a Eventos. Posteriormente, se realiza una descripción de los cambios cerebrales que ocurren como producto de la edad, esto con el fin de conocer los sustratos anatómico-funcionales que subyacen al diferente desempeño cognoscitivo entre adultos jóvenes y adultos mayores. Después, se presentan dos secciones en las que se describen los cambios que ocurren con el envejecimiento en los procesos de memoria episódica y de atención dividida. Enseguida, se revisan los estudios que han evaluado los efectos de la manipulación de la atención sobre la codificación y recuperación de memoria episódica tanto en adultos jóvenes como en adultos mayores. Posteriormente, se presenta el Experimento 1, cuando la atención se dividió en el reconocimiento y se discuten tanto los resultados conductuales como fisiológicos; luego, se analiza el Experimento 2, cuando la manipulación de la atención ocurre durante la adquisición de información episódica. Por último, en la discusión general se contesta a la pregunta, qué afecta más el reconocimiento, dividir la atención en la fase de codificación o en la fase de recuperación.

---

---

## Potenciales Relacionados a Eventos

Una de las técnicas neurofisiológicas no invasivas que es ampliamente utilizada en las neurociencias y en la práctica clínica es la técnica de Potenciales Relacionados a Eventos. Cuando se coloca un electrodo sobre el cuero cabelludo y la señal que se obtiene es amplificada, se pueden observar cambios en la señal dependientes del nivel de activación. Estas fluctuaciones se conocen como electroencefalograma (EEG) y se utilizan como indicadores del estado global del cerebro (Luck y Girelli, 2000). Los Potenciales Relacionados a Eventos son fluctuaciones en el voltaje que se asocian en el tiempo con la preparación para responder o en respuesta a eventos discretos que pueden ser externos o internos al sujeto (Fabiani, Gratton y Coles, 2000; Picton, Lins y Scherg, 1995; Picton *et al.*, 2000). Los Potenciales Relacionados a Eventos (PRE) se obtienen al promediar las respuestas electrofisiológicas asociadas a un estímulo que fue presentado en condiciones elegidas previamente (Luck y Girelli, 2000; Ruchkin, 1988). Polich (1993) propuso que este procedimiento parte de la premisa de que el ruido o actividad eléctrica aleatoria (no relacionada a ningún estímulo) al promediarse da lugar a un voltaje que tiende a cero, ya que no es constante; por el contrario, los PRE que sobresalen del ruido de fondo al promediarse reflejan el efecto de los estímulos sobre el sistema nervioso.

Los componentes de los PRE pueden distinguirse en función de su temporalidad en exógenos o tempranos y en endógenos o tardíos (Coles y Rugg, 1995; Fabiani *et al.*, 2000). Los componentes tempranos se denominan Potenciales Evocados (PE) y

---

---

son las ondas dependientes de los parámetros físicos de los estímulos, asimismo, reflejan la integridad de las estructuras neuronales que conforman la vía de procesamiento sensorial de los estímulos (Coles y Rugg, 1995). Estos potenciales son de gran utilidad (Chiappa, 1989) en el diagnóstico (demostración del funcionamiento anormal del sistema sensorial) y seguimiento (monitoreo objetivo de los cambios) del paciente.

Los componentes tardíos, también llamados Potenciales Relacionados a Eventos, reflejan la actividad del sistema nervioso central relacionada con diversos procesos cognoscitivos que participan en la interpretación del significado de los estímulos (Coles y Rugg, 1995). Estos potenciales ocurren después de los 100 msec y varían en función del estado del sujeto, el significado del estímulo y de la demanda de la tarea (Hillyard, 1985), por lo tanto, la señal de los PRE se puede modificar por fatiga, habituación o cambio de dirección en la atención (Ruchkin, 1988).

Los PRE son producto de los potenciales postsinápticos excitadores o inhibidores que ocurren como resultado de las sinapsis. Un potencial postsináptico excitatorio ocurre cuando un neurotransmisor se une con el receptor de una neurona postsináptica y comienzan a entrar iones con carga positiva a la neurona lo que resulta en una polaridad negativa fuera de la célula en la región de la sinapsis y una polaridad positiva lejos de la región de la sinapsis, estos dos voltajes generan un pequeño dipolo negativo-positivo en el espacio extracelular. Cuando se estimulan las células piramidales de la corteza, los dipolos de las neuronas

---

---

individuales se suman debido a que están organizadas en poblaciones neuronales y esta suma de actividad eléctrica extracelular se puede medir a través de electrodos colocados sobre el cuero cabelludo (Luck y Girelli, 2000). Un aspecto que debe considerarse es la alineación de las neuronas que generan el campo eléctrico (Coles y Rugg, 1995); es decir, la actividad eléctrica que se registra a través de los electrodos depende de la posición y de la orientación de las neuronas activas con respecto al cuero cabelludo (Luck y Girelli, 2000). Dentro del sistema nervioso existen regiones cerebrales que se describen como de campo abierto y otras como de campo cerrado (Lorente de No, 1934, cit. en Wood y Allison, 1981). En las regiones de campo abierto (neocorteza e hipocampo), las neuronas se orientan de forma lineal y por lo tanto se puede dar una sumatoria algebraica; en cambio, las neuronas de las regiones de campo cerrado están dispuestas de forma irregular, por lo que la sumatoria de su campo eléctrico tiende a cancelarse (tálamo). Debido a esto, los PRE sólo se pueden registrar de regiones cerebrales que tienen una disposición de campo abierto por lo que no se pueden registrar todas las respuestas neuronales que subyacen al proceso que ocurre durante el registro (Wood y Allison, 1981).

El motivo por el cual los PRE se utilizan ampliamente en las neurociencias, a pesar de su limitación espacial, se debe a la alta resolución temporal que ofrecen (milisegundos). En los PRE es posible obtener una medida continua de lo que ocurre entre la presentación de un estímulo y la respuesta producto de una manipulación experimental, lo cual facilita la comparación de latencias entre

---



---

diferentes clases de ítems (*e.g.* entre palabras viejas y nuevas en una prueba de reconocimiento) (Allan, Wilding y Rugg, 1998; Cycowicz, Friedman y Snodgrass, 2001; Friedman, 2000); además, los PRE nos permiten obtener una medición en línea del procesamiento del estímulo aunque no haya una respuesta conductual (Nunez, 1995; Luck, 2005).

Los PRE son muy pequeños ( $<20\mu\text{V}$ ) en comparación con la señal del EEG (cerca de  $50\mu\text{V}$ ), por lo que el análisis generalmente comienza con un procedimiento para incrementar la discriminación de la señal (PRE) del ruido (EEG de fondo). El procedimiento más común consiste en promediar varios segmentos del EEG que están relacionados con la ocurrencia en el tiempo de un evento en particular o de la condición experimental (Fabiani *et al.*, 2000; Picton *et al.*, 1995). El número de muestras o segmentos utilizados en el promedio está relacionado con el ratio señal/ruido; Allan *et al.* (1998) sugirieron que el número de ensayos que se deben incluir para la obtención de un PRE en una misma condición experimental debe ser de cuando menos 20 (el rango típico es entre 20 y 50 muestras).

El producto del promedio muestra una serie de cambios en el voltaje (positivos y negativos) que se denominan picos, ondas o componentes de un complejo eléctrico, y son un indicador de los procesos que el cerebro lleva a cabo para detectar, analizar y categorizar un determinado estímulo (Luck y Girelli, 2000).

Los componentes de los PRE se describen en función de su distribución topográfica, su polaridad y su latencia o temporalidad (Coles y Rugg, 1995;

---

---

Fabiani *et al.*, 2000); su nomenclatura usualmente se determina en función de la polaridad del componente, P (positiva) o N (negativa), y de la temporalidad o latencia en que ocurre (mseg). La amplitud se puede medir en función del voltaje de la línea base (la cual se obtiene al promediar la señal un periodo de tiempo anterior a la presentación del estímulo) de diversas formas: sumatoria de la amplitud en un rango de latencia, la amplitud media en un rango de latencia o el área bajo la curva en un rango de tiempo específico. La latencia se mide con respecto al inicio de la presentación de un estímulo, mientras que la distribución topográfica indica que diversas zonas cerebrales participan en el procesamiento del estímulo (Fabiani *et al.*, 2000).

---

## Envejecimiento

Con el envejecimiento se generan cambios estructurales y funcionales en el sistema nervioso que probablemente expliquen las diferencias que se observan en la ejecución de tareas cognitivas entre adultos jóvenes y mayores (Anderson y Craik, 2000; Anstey, Luszcz y Sanchez, 2001; Greenwood, 2000; Finch y Roth, 1999; Light, 1996; Park, 2000; Raz, 2000).

Un reporte constante en la literatura sobre envejecimiento es que la ejecución en tareas de memoria episódica, memoria de trabajo, atención, razonamiento y solución de problemas, entre otras, declina conforme avanza la edad; sin embargo, este decremento no es uniforme en todas las funciones, ya que la recuperación del significado de palabras (vocabulario) y el *priming* permanecen intactos (Balota, Dolan y Duchek, 2000; Christensen, 2001; Christensen, Henderson, Griffiths y Levings, 1997; Diamond *et al.*, 2000; Ferrer-Caja, Crawford y Bryan, 2002; Grady y Craik, 2000; Langley y Madden, 2000; Nyberg *et al.*, 1996; Park, 2000; Salthouse, 2004).

La evidencia neurobiológica (*e.g.* Raz, 2000, Raz *et al.*, 2004) sugiere que el deterioro cognoscitivo, producto del envejecimiento, es mediado por una cascada de cambios neurológicos y metabólicos que incluyen: reducción del volumen cerebral, desmielinización, alteraciones en el metabolismo, reducción en el flujo cerebral y alteración de los sistemas neuroquímicos. Los cambios en el volumen cerebral no

---

---

son uniformes; la corteza prefrontal, el lóbulo temporal medial y algunos núcleos de los ganglios basales se afectan más en comparación con otras regiones (Buckner, 2004; Hedden y Gabrieli, 2004). Asimismo, se observa una expansión de los ventrículos cerebrales (Raz *et al.*, 1997), una disminución de la materia gris y blanca (Bartrés-Faz, Clemente y Junqué, 2001; Peters, 2003; Tisserand y Jolles, 2003), el desarrollo de marañas neurofibrilares (Greenwood, 2000) y se presentan alteraciones funcionales en varios sistemas de neurotransmisión como el de dopamina, serotonina y noradrenalina (Braver y Barch, 2002; Meltzer, 2002; Nyberg, Persson y Nilsson, 2002).

En los PRE se observa que con la edad ocurren pequeños cambios de latencia en los componentes N100, P200 y N200 (Friedman, 1995; Onofri, Iacono, D'Andrea Matteo y Paci, 2001); mientras que hay una reducción en la amplitud de los siguientes componentes: Negatividad ante el error (Ne), Positividad ante el error (Pe), desigualación a la muestra o MMN (*Missmatch negativity*), P300 y N400 (Kok, 2000; Mathewson, Dywan y Segalowitz, 2005). Por su parte, Iragui, Kutas, Mitchner y Hillyard (1993) reportaron que con la edad hay un incremento en la latencia de los componentes N200 y P300, mientras que los componentes tempranos (N100, P200) casi no se modifican.

En el envejecimiento ocurren alteraciones en los circuitos de interacción entre la corteza prefrontal y el hipocampo, en el sistema fronto-estriatal y en la corteza entorrinal (*e.g.* Grady, McIntosh y Craik, 2003). Esta última región es un importante

---

---

relevo entre el hipocampo y las cortezas de asociación, por lo que su deterioro afecta directamente el funcionamiento del hipocampo. Los cambios en los circuitos fronto-estriatales causan una reducción en las funciones ejecutivas, lo cual influye en la memoria (Johnson, Hashtroudi y Linday, 1993; Sperling *et al.*, 2003; West, 1996). Debido a que la corteza prefrontal es una de las primeras regiones cerebrales que presentan deterioro durante el envejecimiento normal, se espera que los procesos cognoscitivos relacionados con esta región muestren alteraciones (Buckner, 2004; Greenwood, 2000; West, 1996, 2000).

Hay cuatro mecanismos importantes que se deben considerar para explicar las diferencias en el funcionamiento cognitivo producto del envejecimiento (Park, 1998): la velocidad de procesamiento, la memoria de trabajo, la inhibición y el funcionamiento sensorial. Los déficits cognoscitivos relacionados con la edad son: incremento y variabilidad en los tiempos de reacción (Anstey *et al.*, 2001; Friedman, 1995; Hultsch, MacDonald y Dixon, 2002; Park y Gutchess, 2002; Salthouse, 2000), dificultad para utilizar estrategias durante la memorización de información (West, 1996), alteraciones en la integración de información semántica (Langley, Fuentes, Overmier, Bastin de Jong y Prod'Homme, 2001) y contextual al momento de codificar y recuperar información (Greenwood, 2000; McCoy *et al.*, 2005; Müller y Knight, 2002), incremento en las falsas memorias (Dennis, Kim y Cabeza, 2007), mayor sensibilidad a la interferencia (Dywan, Segalowitz y Arsenault, 2002; Dywan, Segalowitz, Webster, Hendry y Harding, 2001; Friedman, Kazmerski y Cycowicz, 1998; Roux y Ceccaldi, 2001), mayor dificultad para inhibir una

---

---

respuesta (Friedman, Kazmerski y Fabiani, 1997), tendencia a responder de forma liberal en tareas de reconocimiento (Huh, Kramer, Gazzaley y Delis, 2006), dificultades para formar y usar asociaciones (Chalfonte y Johnson, 1996), para sostener la atención (Amenedo y Díaz, 1999; Anstey y Low, 2004; Craik, Naveh-Benjamin, Ishaik y Anderson, 2000) y para mantener en la memoria información relevante (West, 1996).

---

## Memoria episódica y edad

Squire y Zola-Morgan (1998) clasificaron a la memoria en declarativa o explícita y no declarativa o implícita. La primera se refiere a la capacidad de recuperar información de forma consciente; mientras que la segunda, a la capacidad de recuperarla de manera no consciente. Por su parte, Tulving (2002) clasificó la memoria declarativa con base en el tipo de información que se almacena en memoria semántica y episódica. La memoria semántica se refiere a la recuperación de conocimientos generales; mientras que la memoria episódica consiste en la recuperación de eventos autobiográficos que ocurrieron en un contexto específico.

Con el envejecimiento se altera la ejecución en algunos tipos de memoria más que en otros, por ejemplo, la ejecución en tareas de memoria explícita presenta un decremento mayor que en tareas de memoria implícita (Light y Singh, 1987), y la memoria episódica se deteriora de forma más significativa que la memoria semántica (Allen, Sliwinski y Bowie, 2002; Balota *et al.*, 2000; Burke y Light, 1981; Light, 1996; Mitchel, 1989; Nilsson, 2003; Piolino, Desgranges, Benali y Eustache, 2002; Verhaeghen y Salthouse, 1997).

Nielson *et al.* (2006) evaluaron a adultos jóvenes y mayores con la técnica de Resonancia Magnética funcional (RMf) relacionada a eventos mientras realizaban una tarea de reconocimiento de nombres famosos recientes y no tan recientes. Los adultos mayores presentaron mayores tiempos de reacción en comparación con los adultos jóvenes pero no hubo diferencias en el porcentaje de reconocimiento

---

---

correcto entre los grupos de edad. Los adultos mayores tuvieron mayor activación en comparación con los adultos jóvenes en el cíngulo posterior, el hipocampo derecho y regiones prefrontales del hemisferio izquierdo. Este estudio, junto con el de Dennis, Daselaar y Cabeza (2007), confirma que la memoria semántica se preserva en el envejecimiento aún cuando el nivel de complejidad de la tarea sea alto, aunque para ello, los adultos mayores generaron mayor activación, específicamente, en regiones prefrontales del lado izquierdo.

La memoria episódica generalmente se evalúa mediante tareas de recuerdo libre, recuerdo con claves y reconocimiento. El reconocimiento consiste en distinguir estímulos previamente presentados de estímulos nuevos (*e.g.* Rugg, Otten y Henson, 2002). Otro paradigma que se utiliza para evaluar la memoria episódica es el de recordado/conocido *Remember/Know* (*e.g.* Knowlton, 1998). En la fase de estudio se le presentan al sujeto una serie de estímulos y posteriormente, en la fase de prueba, se le pide que clasifique cada estímulo como ‘recordado’ si recuerda el episodio en que se le presentó el estímulo por primera vez, o como ‘conocido’, si no recuerda ningún episodio pero el estímulo le parece familiar. Se ha observado que durante el envejecimiento se daña significativamente la recolección pero no la familiaridad (*e.g.* Healy, Light y Chung, 2005).

Una de las hipótesis que se han propuesto para explicar el deterioro de la memoria episódica en el envejecimiento es la del déficit asociativo (Naveh-Benjamin, 2000), la cual enfatiza la distinción entre memoria para unidades aisladas y memoria para

---



---

asociaciones entre unidades. De acuerdo con esta hipótesis, el principal factor que explica la pobre ejecución de los adultos mayores en tareas de memoria es su deficiencia para crear y recuperar asociaciones entre unidades simples de información; estas unidades básicas pueden ser dos ítems, un ítem y su contexto, dos elementos contextuales o la representación de dos códigos mentales (Li, Naveh-Benjamin y Lindenberger, 2005; Naveh-Benjamin, 2000; Naveh-Benjamin, Hussain, Guez y Bar-On, 2000;). En otra hipótesis se considera que el deterioro en la memoria episódica se puede deber a una reducción de los recursos de atención ( Craik y Bird, 1982) o a la incapacidad para asignar estos recursos de forma eficiente (Park, 1998) durante la adquisición o recuperación de información episódica (Kok, 2000).

Con base en los estudios realizados con las técnicas de Imaginería (RMf y Tomografía por Emisión de Positrones) con el empleo de diferentes tareas (recuerdo libre, recuerdo con claves y reconocimiento) y diferentes estímulos (palabras, imágenes, rostros) se han propuesto dos modelos para explicar las diferencias observadas en la actividad cerebral entre adultos jóvenes y mayores (Buckner, 1996; Haxby, Ungerleider, Horwitz, Maisog, Rapoport y Grady, 1996; Tulving, 2002): el modelo HERA (siglas en inglés: *Hemispheric encoding/retrieval asymmetry*; Tulving, Kapur, Craik, Moscovitch y Houle, 1994) y el modelo HAROLD (siglas en inglés: *Hemispheric Asymmetry Reduction in Old Adults*; Cabeza, 2001). El modelo HERA sugiere que los adultos jóvenes presentan mayor actividad en la corteza prefrontal izquierda durante la codificación de información episódica,

---

---

mientras que presentan mayor actividad en el lóbulo frontal derecho durante la recuperación de esta información (Nyberg, Cabeza y Tulving, 1996; Tulving y Markowitsch, 1997; Fletcher, Shallice y Dolan, 1998; Wagner, Desmond, Glover y Gabrieli, 1998; Park, 2002; Tulving, 2002): Por su parte, el modelo HAROLD sugiere que en los adultos mayores no se observa esta asimetría, ya que en ellos se observa una activación bilateral en áreas frontales en ambas fases, codificación y recuperación (Anderson *et al.*, 2000; Beason-Held, Golski, Kraut, Esposito y Resnick, 2005; Buckner, 2003; Cabeza, 2001; Cabeza, Anderson, Houle, Mangels y Nyberg, 2000; Cabeza, Anderson, Locantore y McIntosh, 2002; Cabeza *et al.*, 1997; Grady, 2002; Grady y Craik, 2000b; Langley y Madden, 2000; Morcom, Good, Frackowiak y Rugg, 2003; Morcom, Li y Rugg, 2007; Nyberg, 1999; Rosen *et al.*, 2002; Tulving *et al.*, 1994).

La activación bilateral se ha explicado de dos formas: como un mecanismo compensatorio (Cabeza *et al.*, 2001) o como una falta de diferenciación funcional (Cabeza *et al.*, 2002). En esta última interpretación, se asume que los cambios en la activación cerebral producto del envejecimiento reflejan un déficit general en el funcionamiento, por lo que la activación adicional es una activación dispersa generada por una reducción en la especialización funcional (Cabeza *et al.*, 2002; Persson *et al.*, 2006.) En el estudio de Van der Veen, Nijhuis, Tisserand, Backes y Jolles (2006) se interpretó que el incremento en adultos mayores de la activación de algunas regiones diferentes a las que se observan en adultos jóvenes, refleja un mecanismo compensatorio. En su estudio tanto los adultos jóvenes como los

---

---

adultos mayores codificaron listas de palabras de forma intencional e incidental, y después de 30 minutos realizaron una tarea de reconocimiento. Los adultos mayores tuvieron un menor porcentaje de respuestas correctas en el reconocimiento y mayores tiempos de reacción en comparación con los adultos jóvenes. Asimismo, se observó activación asociada al reconocimiento correcto en el giro frontal inferior izquierdo, en el giro precentral izquierdo y en el cerebelo derecho en ambos grupos de edad; sin embargo, los adultos mayores también presentaron activación en el giro prefrontal medial de forma bilateral y en el giro parahipocampal derecho. Los análisis de correlación mostraron que sólo la activación parahipocampal se correlacionó positivamente con un mejor reconocimiento, lo cual se interpretó como un mecanismo compensatorio.

En algunos estudios (*e.g.* Cahill, 2006) se han encontrado diferencias anatómicas cerebrales (hipocampo y amígdala) entre hombres y mujeres que podrían afectar la ejecución correcta en tareas de memoria, sin embargo, no existe un acuerdo. Herlitz, Nilsson y Bäckman (1997) no encontraron diferencias por sexo en la ejecución de tareas de memoria semántica y *priming*, mientras que Thilers, MacDonald y Herlitz (2007) no reportaron diferencias entre sexos en la recuperación de memoria episódica evaluada a través de tareas de recuerdo libre, recuerdo con claves y reconocimiento. De la misma forma, no se han encontrado diferencias entre hombres y mujeres en el nivel de activación en función del tipo de información que se procesa (Haut y Barch, 2006): recuperación de eventos autobiográficos (Piefke, Weiss, Markowitsch y Fink, 2005), nominación de

---

---

imágenes (Grabowski, Damasio, Eichhorn y Tranel, 2003). No obstante, en otros estudios se ha observado que las mujeres (rango de edad entre 70 y 100 años) tienen mejor ejecución que los hombres en velocidad perceptual, fluencia y vocabulario (Gerstorff, Herlitz y Smith, 2006), así como, mejor ejecución en tareas de memoria episódica evaluada a través de paradigmas de recuerdo libre (Nyberg, Bäckman, Erngrund, Olofsson y Nilsson, 1996) y de reconocimiento (Gerstorff *et al.*, 2006; Maitland, Herlitz, Nyberg, Bäckman y Nilsson, 2004; Nyberg *et al.*, 1996) en comparación con los hombres.

### **Codificación**

En la fase de codificación se ha evaluado el Efecto Subsecuente de Memoria, que consiste en una mayor positividad en los PRE ante los estímulos que serán recordados [aproximadamente entre los 400-800 mseg post-estímulo] en comparación con los que no serán reconocidos. Téllez-Alanís y Cansino (2004) demostraron que este efecto se presenta tanto en adultos jóvenes como en adultos mayores sin importar si la información se adquirió de forma incidental o intencional; sin embargo, cuando evaluaron la fase de recuperación, encontraron que el porcentaje de reconocimiento fue menor en los adultos mayores en comparación con los adultos jóvenes independientemente del tipo de codificación (intencional o incidental) que realizaron.

En estudios con neuroimagen realizados durante la fase de codificación se ha observado una reducción significativa en la actividad del lóbulo temporal medial

---

---

en los adultos mayores en comparación con los sujetos jóvenes en tareas incidentales (Daselaar, Veltman, Rombouts, Raaijmakers y Jonker, 2003a, 2003b) e intencionales (Logan, Sanders, Snyder, Morris y Buckner, 2002) de memoria, así como, en tareas de reconocimiento de rostros (Grady *et al.*, 1995) y de sustantivos no asociados (Friedman, 2000). En un estudio realizado por Gutchess *et al.* (2005) se evaluó el efecto subsecuente de memoria en adultos jóvenes y mayores durante la codificación incidental de imágenes y se observó que los adultos mayores presentaron una mayor activación en áreas prefrontales probablemente como un mecanismo compensatorio de la reducción de la actividad en el lóbulo temporal medial. Asimismo, se ha observado que la codificación profunda de imágenes incrementó el reconocimiento tanto en adultos jóvenes como en adultos mayores (Daselaar *et al.*, 2003; Grady, 2002; Grady y Craik, 2000a; Grady, McIntosh, Rajah y Craik, 1998); además, ambos grupos tuvieron una actividad similar en la corteza prefrontal izquierda y en el lóbulo temporal medial durante este tipo de codificación. Estos estudios apoyan la idea de que la disminución de la ejecución en tareas de memoria episódica durante el envejecimiento se debe a una codificación inefectiva más que a problemas en la recuperación (Fernández y Tendolkar, 2001; Li, Morcom y Rugg, 2004).

Se ha encontrado que la ejecución correcta en adultos jóvenes y mayores se beneficia de una tarea de práctica (Cherry y Jones, 1999) y cuando se emplean asociaciones entre estímulos (Mangels y Heinberg, 2006). No obstante la ejecución de los adultos mayores no se favorece cuando el estímulo se expone por más

---

---

tiempo (Bunce y Macready, 2005; Vanderbroucke y Dierckx, 1998) pero sí cuando se incrementa el número de exposiciones a éste (Light, Chung, Pendergrass y van Ocker, 2006; Rand-Giovannetti, Chua, Driscoll, Schacter, Albert y Sperling, 2006; Simons, Dodson, Bell y Schacter, 2004;). Rand-Giovannetti *et al.* (2006) sugirieron que el incremento en el desempeño de los sujetos en tareas de memoria, debido a la repetición de la información, ocurre por la activación de áreas neocorticales implicadas en la atención (*e.g.* corteza prefrontal bilateral y corteza parietal superior) y no por mayor activación en el hipocampo.

### **Reconocimiento**

La memoria episódica frecuentemente se evalúa mediante paradigmas de recuerdo libre, recuerdo con claves y reconocimiento. Durante la fase de codificación se presentan una serie de estímulos y posteriormente, en el paradigma de reconocimiento, se mezclan los estímulos de la codificación con estímulos nuevos y la tarea de los sujetos consiste en decidir si el estímulo fue presentado previamente (viejo) o no (nuevo) (*e.g.* Fabiani y Friedman, 1997; Henson, Rugg, Shallice y Dolan, 1999; Nessler, Friedman y Bersick, 2004).

Friedman y Johnson (2000) sugirieron que en el paradigma de reconocimiento el procesamiento de las palabras nuevas accede a la memoria semántica; mientras que el de palabras viejas, a la memoria episódica. Existen dos tipos de mediciones que se derivan de las tareas de reconocimiento, el sesgo y la discriminación (*e.g.*

---

---

Windmann, Urbach y Kutas, 2002). La discriminación se refiere a la exactitud en la ejecución y se ha asociado con actividad en el lóbulo temporal medial. En el análisis del sesgo, o la tendencia de proporcionar una respuesta, se cuantifica la tendencia de un sujeto a responder de forma liberal o conservadora y se ha asociado con actividad en lóbulos frontales. Huh *et al.* (2006) sugirieron que los cambios frontales producto del envejecimiento pueden explicar la tendencia de los adultos mayores a responder de forma más liberal; es decir, los adultos mayores presentan una tendencia a responder 'sí' o 'no' en una tarea de reconocimiento aunque no estén seguros de que su respuesta sea correcta.

El reconocimiento se puede estudiar al promediar, mediante la técnica de PRE, la actividad generada por los estímulos viejos que son correctamente reconocidos y la actividad ante los estímulos nuevos que son correctamente rechazados. La sustracción de la señal electrofisiológica generada por los estímulos viejos de la generada por los estímulos nuevos se conoce como efecto de memoria episódica y se considera un índice de recuperación (Friedman, Nessler y Johnson, 2007). El reconocimiento genera un efecto en los PRE que se ha denominado 'viejo/nuevo' (*e.g.* Johnson, Kreiter, Russo y Zhu, 1998; Trott, Friedman, Ritter y Fabiani, 1997; Van Petten, Senkfor y Newberg, 2000; Wilding y Rugg, 1996), y se ha asociado a la recuperación exitosa de la información, ya que se manifiesta como una reactivación de la información almacenada (Ranganath y Paller, 2000; Rugg, Schloerscheidt, Doyle, Cox y Patching, 1996). El efecto viejo/nuevo consta de dos componentes: el prefrontal medial izquierdo y el parietal (Friedman y Johnson, 2000).

---

---

El primer componente, prefrontal medial izquierdo, consiste en un pico negativo, aproximadamente a los 400 mseg, con una distribución máxima en regiones frontales y centrales del hemisferio izquierdo. Este componente se ha asociado con la familiaridad en el proceso de reconocimiento y su amplitud incrementa cuando el estímulo es nuevo y disminuye cuando el estímulo es viejo o se había presentado previamente (*e.g.* Curran, 2000; Friedman, 2000; Mecklinger, 1998).

El segundo componente, parietal, consiste en una onda con una distribución máxima en regiones parietales y occipitales en el hemisferio derecho (*e.g.* Wilding y Rugg, 1996) con dos subcomponentes, uno temprano (entre los 400 y 500 mseg) y otro tardío (entre los 500 y 800 mseg). Se ha demostrado que el componente parietal presenta mayor amplitud ante los estímulos viejos reconocidos correctamente en comparación con los estímulos nuevos; asimismo, se ha asociado con el proceso de recolección y su amplitud se relaciona con la recuperación exitosa. Se ha sugerido (Friedman y Johnson, 2000) que este componente presenta una distribución topográfica diferente en función del tipo de estímulos que se utilice. En el estudio de Mecklinger (1998), la tarea de los sujetos consistió en memorizar dibujos de objetos familiares y la localización espacial de estos en una matriz de dos dimensiones. Se evaluó el reconocimiento para ambos estímulos y se observó que los adultos jóvenes fueron más rápidos y más precisos en la tarea de localización espacial en comparación con la tarea de objeto. En los PRE se encontró que el reconocimiento de objetos generó una onda con distribución frontal, mientras que el reconocimiento de la localización espacial generó una onda lenta

---



---

con distribución bilateral en regiones parieto-occipitales. Asimismo, se observó una onda positiva entre los 700 y 1600 mseg, únicamente durante el reconocimiento de objetos, con distribución frontal-central derecha. De esta manera, el componente parietal presenta una asimetría que depende del tipo de estímulos empleados en el reconocimiento (Friedman y Johnson, 2000).

El efecto viejo/nuevo se ha evaluado en los adultos mayores. En un estudio realizado por Friedman, Berman, Hamberger en 1993 (cit. en Friedman, 2000) se registraron los PRE de adultos jóvenes y mayores durante una tarea de reconocimiento y se observó que el efecto viejo/nuevo presentó una magnitud y topografía similar en ambos grupos antes de los 1200 mseg; sin embargo, en los adultos jóvenes se encontró una onda lenta positiva con distribución frontal (1200-1800 mseg) que fue mayor para los ítems nuevos. Asimismo, en el estudio realizado por Mark y Rugg (1998), en el cual se evaluó el reconocimiento y la recuperación de información contextual, no se obtuvieron diferencias significativas en la amplitud y distribución topográfica de los PRE entre los adultos jóvenes y los adultos mayores al evaluar el reconocimiento. Sin embargo, en otros estudios (Joyce, Paller, McIsaac y Kutas, 1998; Trott *et al.*, 1997; Wegesin, Friedman, Varughese y Stern, 2002) sí se han encontrado diferencias entre los grupos de edad. Por ejemplo, Trott *et al.* (1997) registraron los PRE durante una tarea de reconocimiento y de recuperación de contexto. En la fase de codificación los sujetos estudiaron dos listas de oraciones, cada oración se conformó de dos sustantivos no asociados y de un verbo; además, antes de la presentación de cada lista apareció en

---

---

el monitor una etiqueta en la que se indicó el número de la lista correspondiente. En la fase de recuperación se presentaron los sustantivos y el sujeto realizó una tarea de reconocimiento. Para los sustantivos clasificados como viejos, los sujetos realizaron un juicio de recordado/conocido y de recuperación del contexto temporal (lista). La ejecución de los adultos mayores en la recuperación del contexto fue menor en comparación con la ejecución de los adultos jóvenes. Ambos grupos presentaron mayor actividad en regiones posteriores y temporales entre los 400 y 500 mseg después del inicio de la presentación de los estímulos durante el reconocimiento correcto de los sustantivos en comparación con los sustantivos nuevos; no obstante, sólo los adultos jóvenes generaron mayor actividad frontal entre los 500 y 800 mseg post-estímulo durante la recuperación correcta del contexto en comparación con la incorrecta. En resumen, el reconocimiento y la recuperación del contexto generan una mayor positividad entre los 200 y 800 mseg post-estímulo que los estímulos nuevos y la recuperación incorrecta del contexto.

En estudios realizados con la técnica de resonancia magnética funcional también se ha observado el efecto 'viejo/nuevo'. Se observó que los estímulos viejos reconocidos correctamente en comparación con los estímulos nuevos generaron una mayor actividad en la corteza prefrontal izquierda y en la corteza parietal (Konishi, Wheeler, Donaldson y Buckner, 2000; Maril *et al.*, 2003; Nolde, Johnson, D'Esposito, 1998; Weis, Klaver, Reul, Elger y Fernández, 2004); mientras que los estímulos nuevos generaron mayor actividad en el área parietal inferior derecha, regiones temporales bilaterales, corteza prefrontal dorsolateral derecha y

---

---

frontopolar (Kahn, Davachi y Wagner, 2004). Al evaluar el proceso de recolección y familiaridad, se ha reportado una mayor actividad durante estímulos clasificados como 'recordados' que ante estímulos clasificados como 'conocidos' en la corteza prefrontal anterior izquierda, corteza parietal, cíngulo (Buckner y Wheeler, 2001; Henson, Rugg, Schalllice, Josephs y Dolan, 1999), hipocampo (Eldridge, Knowlton, Furmanski, Bookheimer y Engel, 2000) y subículo (Eldridge, Engel, Zeineh, Bookheimer y Knowlton, 2005).

---

## Atención dividida

La atención se puede definir como un incremento de la actividad en áreas corticales involucradas en el procesamiento de un estímulo en particular (Coull, 1998; Maunsell y Cook, 2002; Rees y Lavie, 2001). Posner en 1971 (cit. en Raz y Buhle, 2006) propuso que existen al menos tres tipos de atención supramodales: alerta, orientación y atención ejecutiva. El alerta se define como la capacidad para incrementar y mantener la respuesta de alerta en espera de un estímulo; la orientación es la habilidad para seleccionar información específica de entre múltiples estímulos sensoriales; mientras que la atención ejecutiva incluye la planeación, la detección de errores y la regulación.

Los estímulos o eventos se pueden atender por dos razones: 1) porque permiten alcanzar una meta, por ello, las intenciones y las estrategias del observador incrementan el procesamiento de los estímulos seleccionados [atención endógena] y el control se ejerce mediante el sistema arriba-abajo; y 2) porque las propiedades del medio atraen la atención del observador independientemente de su intención [atención exógena] y el control se ejerce mediante el sistema abajo-arriba (Corbetta y Shulman, 2002; Lupiáñez y Ruz, 2002; Miller y Cohen, 2001; Sarter, Givens y Bruno, 2001). En algunos estudios se han descrito las diferencias entre estos dos sistemas (Corbetta y Shulman, 2002; Ruiz-Contreras y Cansino, 2005; Sarter *et al.*, 2001) y se ha reportado que el sistema arriba-abajo (*top-down*) produce mayor activación neuronal como una respuesta al ingreso de información sensorial

---

---

perteneciente al estímulo relevante e involucra la activación de áreas frontales y parietales; mientras tanto, el sistema abajo-arriba (*bottom-up*) dirige la atención hacia un estímulo infrecuente, novedoso, intenso o relevante y está regulado por áreas parietales-frontales, la corteza parietal inferior, la unión temporo-parietal y la corteza prefrontal. Se ha reportado que ambos sistemas interactúan para guiar la búsqueda de información relevante para realizar una tarea (Whiting, Madden, Pierce y Allen, 2005).

Los recursos de atención, o capacidad de atención, se definen como el esfuerzo mental o la cantidad de recursos disponibles para realizar una tarea cognoscitiva, y estos son sensibles al grado de complejidad de la tarea (Salthouse, Rogan y Prill, 1984). En el envejecimiento, el funcionamiento correcto del sistema arriba-abajo disminuye al igual que la inhibición de respuestas ante estímulos irrelevantes que dependen de diferentes modelos de activación frontal y temporal (Chao y Knight, 1997; Madden, Spaniol, Bucur y Whiting, 2007). Asimismo, se ha reportado que la capacidad de atención disminuye en el envejecimiento (Kok, 2000).

La corteza prefrontal dorsolateral de forma bilateral (Koechlin, Basso, Pietrini, Panzer y Grafman, 1999; Loose, Kaufman, Auer y Lange, 2003; Rowe, Friston, Frackowiak y Passingham, 2002;) se ha relacionado con el proceso de atención debido a que presenta mayor activación cuando los sujetos deben realizar dos tareas (de diferente modalidad sensorial) simultáneamente en comparación de cuando sólo realizan una. Asimismo, se ha sugerido (Daffner *et al.*, 2003; Wagner y

---

---

Smith, 2003;) que las cortezas prefrontal anterior y dorsolateral seleccionan los estímulos relevantes para la tarea y mantienen esta selección a pesar de que aparezcan estímulos novedosos. Al parecer, la corteza prefrontal modula a la corteza parietal posterior y a otras regiones cerebrales con el fin de favorecer la atención hacia un tipo particular de estímulos (Godefroy y Rousseaux, 1996; Johannsen *et al.*, 1997; Ruiz-Contreras y Cansino, 2005). Existen otras regiones que también participan en el proceso de atención, entre ellas están la corteza parietal posterior (Corbetta y Shulman, 2002; Liu, Slotnick, Serences y Yantis, 2003; Shulman, D'Avossa, Tansy y Corbetta, 2002), el surco intraparietal (Loose *et al.*, 2003; Sommer, Rose y Büchel, 2006; Wojciulik y Kanwisher, 1999), la corteza granular (Pang, Yoder y Olton, 2001), la corteza parietal superior (Fan, McCandliss, Sommer, Raz y Posner, 2002; Fan, Raz y Posner, 2003; Loose *et al.*, 2003) y las regiones involucradas en el procesamiento de las características del estímulo (Johnson y Zatorre, 2006).

Existen numerosos componentes de los PRE que son modulados por la atención, lo cual se expresa en variaciones de la amplitud en función de si el estímulo es atendido o no (Coull, 1998): N100, P100, desigualación a la muestra (MMN), P300 y N400. Los componentes N100 y P100 reflejan mecanismos de atención discretos; el incremento de la amplitud del componente P100 se asocia con la supresión de la atención hacia los estímulos; mientras que el incremento de la amplitud del componente N100 se observa ante estímulos atendidos (Friedman, 1995; Hillyard, Mangun, Woldorff y Luck, 1995). El componente de desigualación a la muestra

---

---

(MMN) consiste en una onda negativa que se inicia aproximadamente a los 50 mseg post-estímulo (actividad pico entre los 100 y 200 mseg post-estímulo), con mayor amplitud en electrodos centrales y frontales, y es generado en respuesta a un tipo de cambio auditivo, como en frecuencia, intensidad, duración o en el intervalo entre estímulos, entre otros (Alain y Arnott, 2000; Friedman, 1995; Kok, 2000; Otten, Alain y Picton, 2000). El componente P300 se puede clasificar en dos: P3a y P3b. El primero se genera ante estímulos nuevos o inesperados y tiene una distribución frontal; mientras que el segundo se genera ante estímulos infrecuentes presentados en una serie de estímulos frecuentes con una distribución parietal (Coull, 1998; Friedman, 1995; Kok, 1997, 2000; Portin *et al.*, 2000; Meneses, 2001). Diversas variables afectan la amplitud y la latencia del componente P3b, por ejemplo, su amplitud está directamente relacionada con la probabilidad de ocurrencia del estímulo; por lo tanto, presenta mayor amplitud conforme disminuye la probabilidad de ocurrencia del estímulo y viceversa. Por último, el componente N400 se genera ante estímulos semánticamente incongruentes, y su amplitud se incrementa ante palabras atendidas en comparación con las no atendidas (Alain y Arnott, 2000; Coull, 1998; Kok, 1997, 2000).

La atención dividida se define como la habilidad para controlar la atención con el fin de ejecutar exitosamente dos tareas simultáneas, o bien, como la habilidad para distribuir la atención entre dos o más entradas de estimulación que compiten al mismo tiempo (Coull, 1998; Kok, 2000; Kramer y Madden, 2008; Verhaeghen y Cerella, 2002, Verhaeghen, Steitz, Sliwinski y Cerella, 2003). En el modelo de

---

---

interferencia dependiente del contenido (Pashler, 1990) se propone que la interferencia, producida en condiciones de atención dividida, ocurre cuando las dos tareas comparten códigos similares, como el procesamiento de estímulos en la misma modalidad, o cuando en ambas se emplea el mismo procedimiento de respuesta (Hazeltine, Ruthruff y Remington, 2006).

Bajo condiciones de atención dividida, el componente N100 presenta menor amplitud en comparación con la condición de atención completa; mientras que se observa una mayor amplitud del componente P300 ante estímulos blanco en la condición de atención completa en comparación con la condición de atención dividida (Kok, 1997, 2001).

Los efectos de dividir la atención pueden observarse en tareas simples o que parecen automáticas, tales como manejar un automóvil (Levy, Pashler y Boer, 2006) o en pruebas realizadas en el laboratorio (*e.g.* en el paradigma del período refractario psicológico Lien, Ruthruff y Johnston, 2006). Algunos autores (Bonnell y Prinzmetal, 1998; Sàenz, Buracas y Boynton, 2003) reportaron que bajo condiciones de atención dividida los sujetos detectan mejor los cambios en un par de estímulos que están espacialmente separados cuando comparten las mismas características, tales como dirección de movimiento o color, que cuando no las comparten. Sin embargo, Tsujimoto y Tayama (2004) sugirieron que los mecanismos empleados bajo condiciones de atención dividida para el movimiento y el color son independientes.

---



---

Los procesos de codificación y de recuperación se modifican cuando se manipula la atención mediante el uso de paradigmas de atención dividida, en los que los sujetos son forzados a dividir su atención para realizar dos tareas o para atender a dos estímulos de forma simultánea (*e.g.* Naveh-Benjamin *et al.*, 2000). Las tareas secundarias o concurrentes frecuentemente utilizadas consisten en contar o emitir una respuesta ante la aparición de ciertos estímulos, visuales o auditivos, o en realizar una tarea motora como un golpeteo constante.

En estudios realizados con la técnica de RMf se ha observado que cuando el sujeto realiza una tarea dual se presenta un incremento de la actividad en el giro frontal medio de forma bilateral, giro frontal inferior derecho (Szameitat, Schubert, Müller y Cramon, 2002), corteza insular, giro frontal superior, corteza prefrontal dorsolateral, lóbulo parietal superior derecho y lóbulo parietal inferior de forma bilateral (Nebel, Wiese, Stude, Greiff, Diener y Keidel, 2005). En un estudio en el que se utilizó la técnica de Tomografía por Emisión de Positrones (Iidaka *et al.*, 2000) se registraron diferentes patrones de actividad cerebral durante tareas de memoria bajo condiciones de atención dividida. Se observó una reducción de la actividad en una condición de atención dividida en comparación con la condición de atención completa en áreas occipito-temporales, frontales-mediales y fronto-ventrales; y un incremento de la actividad en el cerebelo, la corteza temporo-parietal, el cíngulo anterior izquierdo y las áreas prefrontales dorsolaterales. Cuando se manipuló la atención en la fase de codificación, se registró un decremento de la actividad en áreas prefrontales del lado izquierdo; mientras que

---

---

en la fase de recuperación, el decremento se observó en áreas prefrontales derechas.

Se ha reportado que la división de la atención daña la ejecución en pruebas de memoria explícita (Wallace, Shaffer, Amberg y Silvers, 2001), tanto semántica (Lozito y Mulligan, 2006) como episódica (Uncapher y Rugg, 2005); sin embargo, tiene poco efecto en la ejecución de tareas de memoria implícita. No obstante, Shanks, Rowland y Ranger (2005) demostraron que la división de la atención sí modifica la ejecución en tareas de memoria implícita (*e.g.* tareas de tiempo de reacción secuencial y tareas de secuencias probabilísticas) en adultos jóvenes.

Cuando se realizan dos tareas simultáneas, tanto los adultos jóvenes como los adultos mayores sufren un decremento en la ejecución y presentan mayores tiempos de reacción (Salthouse, 1996; Salthouse y Miles, 2002), aunque este decremento es más significativo en los adultos mayores (Verhaeghen y Cerella, 2002, Verhaeghen *et al.*, 2003). Los efectos de la edad en tareas bajo la condición de atención dividida son más pronunciados conforme aumenta la complejidad de la tarea (Kok, 2000; Rogers, 2000), la demanda de atención (Ribaupierre y Ludwing, 2003) y los estados de ansiedad (Hogan, 2003). Algunos autores (Hazeltine, Teague y Ivry, 2002; Lien *et al.*, 2006) reportaron que los efectos de la edad en la ejecución de tareas bajo condiciones de atención dividida pueden disminuir si se realizan numerosos ensayos de práctica. Somberg y Salthouse (1982, cit. en Rogers, 2000) presentaron 550 ensayos de práctica en una tarea de identificación perceptiva, en la

---

---

que los participantes tenían que buscar en una pantalla, a la vez, una línea pequeña que salía de la letra X y una línea pequeña que salía del signo "+". Los resultados indicaron que no había diferencias significativas entre los adultos mayores y los adultos jóvenes en cuanto a su habilidad para dividir la atención entre estas dos tareas. En otro estudio, Richards, Benneth y Sekuler (2006) encontraron que la realización de una práctica previa al experimento genera un incremento en la ejecución correcta en tareas que evalúan el campo útil de visión; los autores sugirieron que incluso se puede igualar la ejecución de los adultos mayores con la ejecución de los adultos jóvenes.

En los PRE se ha observado una reducción de la amplitud del componente de desigualación a la muestra (MMN) ante estímulos auditivos infrecuentes en adultos mayores en comparación con adultos jóvenes. La distribución topográfica en tareas de atención difiere entre grupos de edad para el componente P3b en función de la frecuencia del estímulo; en adultos jóvenes este componente se registró en derivaciones posteriores ante estímulos frecuentes y en derivaciones frontales ante estímulos novedosos; mientras que en los adultos mayores este componente se registró en derivaciones anteriores y posteriores ante ambos tipos de estímulo (Friedman *et al.*, 1998; Kok, 2000), además, la distribución para estímulos infrecuentes cambió de regiones frontales a posteriores en adultos jóvenes, mientras que en los adultos mayores no se presentó este cambio (Fabiani y Friedman, 1995).

### Codificación

Cuando se manipula la atención en los adultos jóvenes mediante tareas de atención dividida durante la codificación de información episódica ocurre una marcada disminución de la ejecución en tareas de memoria (Baddeley, Lewis, Eldridge y Thomson, 1984; Craik, Govoni, Naveh-Benjamin y Anderson, 1996; Craik, *et al.*, 2000; Curran, 2004; Fernandes y Moscovitch, 2000; Gardiner y Parkin, 1990; Iidaka *et al.*, 2000; Naveh-Benjamin *et al.*, 2000; Naveh-Benjamin, Guez y Marom, 2003) y en respuestas clasificadas como recordadas y conocidas (Gardiner y Parkin, 1990). Craik *et al.* (1996) realizaron una serie de experimentos con adultos jóvenes en los cuales evaluaron los efectos de la atención dividida sobre la codificación de palabras en tareas de recuerdo libre, de recuerdo con claves y de reconocimiento. Los resultados mostraron mayores tiempos de reacción y menor porcentaje de respuestas correctas en las tareas principales de memoria en la condición de atención dividida en comparación con la condición de atención completa.

Durante el envejecimiento, los procesos de codificación y de recuperación se ven afectados de forma diferente cuando se manipula la atención mediante una tarea concurrente. Guttentag (1988) mostró que durante la codificación incidental, bajo condiciones de atención dividida, los adultos mayores presentan una menor ejecución en comparación con los adultos jóvenes. En la codificación intencional de material episódico, bajo condiciones de atención dividida, también se ha mostrado

---

---

que la ejecución de los adultos mayores es menor en comparación con la ejecución de los adultos jóvenes (Cabeza y Nyberg, 2000; Castel y Craik, 2003; Dywan, Segalowitz y Webster, 1998; Naveh-Benjamin, Guez y Shulman, 2004; Naveh-Benjamin *et al.*, 2005; Park *et al.*, 1989; Whiting, 2003). Asimismo, ocurre un cambio en la activación cerebral en condiciones de atención dividida, ya que tanto en adultos jóvenes como en adultos mayores la actividad prefrontal izquierda y del lóbulo temporal medial disminuyó durante la codificación de información episódica en estas condiciones (Anderson *et al.*, 2000). Heuninckx, Debaere, Wenderoth, Verschueren y Swinnen (2004) reportaron que bajo condiciones de atención dividida, la coordinación de los adultos mayores se deteriora en comparación con la de los adultos jóvenes; sin embargo, cuando se iguala el nivel de complejidad de la tarea, la diferencia desaparece. Asimismo, Naveh-Benjamin, Kilb y Fisher (2006) mostraron que los efectos de dividir la atención durante la codificación dependen de si hay o no una práctica previa, y de la dificultad de la tarea concurrente.

Naveh-Benjamin, Craik, Guez y Dori (1998) realizaron dos experimentos con adultos jóvenes y observaron que la fase de codificación, y no la de recuperación, se ve afectada bajo una condición de atención dividida. Los autores concluyeron que la codificación es un proceso controlado que utiliza recursos de atención, por lo que bajo una condición de atención dividida se produce una reducción en la ejecución en ambas tareas, tanto en la de memoria como en la concurrente. En otro estudio (Naveh-Benjamin *et al.*, 2000) se observó una reducción de la ejecución en

---

---

la tarea de memoria del 20% cuando se dividió la atención durante la codificación y de sólo el 3% cuando se dividió la atención durante la recuperación. Estos estudios indican que la codificación es un proceso controlado y vulnerable a las demandas de la tarea concurrente. Asimismo, Naveh-Benjamin *et al.* (2000) sugirieron que el decremento de la ejecución en tareas de memoria durante condiciones de atención dividida puede deberse a que la información es registrada de manera menos profunda o a que se emplean estrategias de codificación menos elaboradas.

Sólo existen dos estudios (Curran, 2004; Mangels, Picton y Craik, 2001), hasta donde es de nuestro conocimiento, que han evaluado los efectos de la atención dividida sobre la codificación de información episódica mediante la técnica de PRE en adultos jóvenes. Mangels *et al.* (2001) presentaron visualmente a sus sujetos una lista de palabras y les pidieron que las memorizaran para una prueba posterior; simultáneamente, presentaron a sus sujetos tres tonos de diferente frecuencia ante los cuales tenían que presionar una tecla. En la condición de baja dificultad, los sujetos atendieron de preferencia a la tarea de memoria; mientras que en la condición de alta complejidad, los sujetos proporcionaron la misma importancia a ambas tareas. La memoria se evaluó mediante el paradigma recordado/conocido. Los resultados mostraron que la manipulación de la atención incidió sobre el componente P120, el componente N340 y un componente positivo frontal sostenido. Los ítems que fueron recordados correctamente se asociaron a un aumento de la amplitud del componente N340 con distribución fronto-temporal y

---

---

del componente positivo sostenido en comparación con los ítems ulteriormente olvidados. Por otra parte, los ítems que fueron catalogados subsecuentemente como 'conocidos' generaron en la fase de codificación un componente N340 pero no el componente positivo sostenido frontal. Los autores concluyeron que el componente N340 se asocia al reconocimiento del ítem basado en la familiaridad (estímulos clasificados como conocidos). En cambio, la recolección consciente del ítem (estímulos clasificados como recordados) requiere de procesos más elaborados que involucran la actividad sostenida de las regiones frontales.

Curran (2004) evaluó los efectos de la atención dividida y de la confianza con que los sujetos proporcionaban sus respuestas sobre el reconocimiento y la familiaridad. En la fase de estudio bajo la condición de atención completa, se les presentó a los sujetos una lista de palabras y la consigna consistió en estudiarlas para una prueba posterior; en la condición de atención dividida, se presentó un dígito al inicio de los ensayos y el sujeto debía presionar una tecla cada vez que ocurrieran tres números noes consecutivos. La memoria se evaluó mediante el paradigma de reconocimiento y el paradigma recordado/conocido. Sus resultados mostraron que bajo condiciones de atención dividida, la ejecución es menor tanto para las respuestas conocidas como recordadas. Asimismo, en la condición de atención dividida observaron una disminución en la amplitud de dos componentes, uno con latencia entre los 300 y los 500 mseg post-estímulo, y otro con latencia entre los 400 y los 800 mseg postestímulo con distribución parietal en comparación con la amplitud de estos componentes registrados durante la condición de atención

---

---

completa. Además, el componente más tardío mostró mayor amplitud si los sujetos se mostraban confiados en sus respuestas que si no lo estaban.

## **Recuperación**

Un reporte constante en la literatura indica que los procesos que ocurren en la fase de codificación se ven más afectados por la manipulación de la atención que los procesos que ocurren en la fase de recuperación (*e.g.* Baddeley *et al.*, 1984; Craik *et al.*, 1996; Fernandes y Moscovitch, 2000; Naveh-Benjamin *et al.*, 1998;). Algunos investigadores (Craik *et al.*, 1996; Iidaka *et al.*, 2000; Naveh-Benjamin *et al.*, 1998; Naveh-Benjamin y Guez 2000) reportaron que dividir la atención durante la fase de recuperación no produce cambios significativos en la ejecución en tareas de memoria; mientras que otros estudios (Dodson, Holland y Shimamura, 1998, Fernandes, Davidson, Glisky, Moscovitch, 2004; Fernandes y Moscovitch, 2002; Fernandes *et al.*, 2005; Naveh-Benjamin *et al.*, 2000) sí reportan estos cambios.

Se ha reportado que la división de la atención durante la recuperación (medido a través de tareas de recuerdo libre, recuerdo con claves y de reconocimiento) no produce un decremento en las respuestas correctas (Craik *et al.*, 1996), aún cuando la tarea concurrente es difícil (Naveh-Benjamin *et al.*, 1998, 2000), pero sí un incremento en los tiempos de reacción. En un estudio con la técnica de Tomografía por Emisión de Positrones, Iidaka *et al.* (2000) reportaron que no se produjo una disminución de la actividad en la corteza prefrontal en una condición de atención dividida; por lo tanto, sugirieron que no ocurren cambios en los procesos de

---



---

memoria episódica cuando se manipula la atención durante la recuperación.

Algunos autores (Naveh-Benjamin *et al.*, 2000; Troyer y Craik, 2000;) sugieren que la división de la atención durante la recuperación no tiene un efecto marcado sobre la ejecución en tareas de memoria episódica; sin embargo, sí tiene un efecto en la tarea concurrente ya que en ésta se produce una disminución en el desempeño y mayores tiempos de reacción.

En otros estudios (Fernandes y Moscovitch, 2002; Fernandes *et al.*, 2005; Naveh-Benjamin *et al.*, 2000;) se encontró que bajo una condición de atención dividida, la recuperación de información sí se modifica. Naveh-Benjamin *et al.* (2000) reportaron que la división de la atención durante la recuperación sí interfiere en el desempeño de los sujetos en tareas de memoria, aunque en menor grado que durante la codificación. Además, en este estudio los autores concluyeron que los recursos disponibles de atención están determinados por las demandas de la tarea concurrente, y de ésta depende el éxito y la rapidez con que se realizará la tarea primaria de memoria. Rohrer y Pashler (2003) encontraron que cuando se ejecuta simultáneamente una tarea concurrente, el desempeño correcto en tareas de recuerdo libre disminuye hasta un 25% en comparación con una condición de atención completa.

Fernandes *et al.* (2005) utilizaron la técnica de Imaginería por Resonancia Magnética funcional asociada a eventos para examinar las regiones cerebrales que

---

---

se asocian al reconocimiento de estímulos auditivos bajo una condición de atención dividida en modalidad visual en adultos jóvenes. Los autores observaron un decremento de la actividad en el hipocampo derecho y en la corteza parietal en ambos hemisferios bajo la condición de atención dividida en comparación con la condición de atención completa. Lo anterior sugiere que la manipulación de la atención durante la fase de recuperación sí produce modificaciones.

Dodson *et al.* (1998) realizaron dos experimentos en los que los participantes escucharon palabras dichas por cuatro voces diferentes: dos voces femeninas y dos masculinas. En la tarea de memoria se les pidió a los sujetos que recordaran quién dijo cada palabra (voz masculina uno, voz masculina dos, voz femenina uno, voz femenina dos) o si la palabra era nueva. Los participantes frecuentemente recordaron el género de la fuente (información parcial del contexto) pero tuvieron dificultades para recordar la voz (información específica del contexto). Cuando se dividió la atención durante la recuperación, se observó una reducción de la ejecución en la recuperación específica pero no en la recuperación parcial del contexto.

Existe sólo un estudio (Dywan *et al.*, 1998), hasta donde es de nuestro conocimiento, en el que se han evaluado los efectos de la atención dividida durante la fase de recuperación mediante la técnica de PRE. En este estudio participaron adultos jóvenes y mayores; sin embargo, sólo los adultos jóvenes realizaron la condición de atención dividida, se emplearon tres grupos: adultos jóvenes con

---

---

atención completa, adultos jóvenes con atención dividida y adultos mayores con atención completa. En la fase de estudio, se les presentó a los sujetos una lista de palabras y posteriormente realizaron una tarea de reconocimiento. Los resultados mostraron que la ejecución de los adultos jóvenes en la condición de atención dividida fue similar a la ejecución de los adultos mayores, pero el número de falsas alarmas fue mayor en los adultos mayores que en los jóvenes. Al comparar a los sujetos jóvenes de la condición de atención dividida con los adultos jóvenes de la condición de atención completa, se observó que los primeros cometieron un mayor número de errores pero no hubo una diferencia significativa entre los grupos en los tiempos de reacción. En los resultados electrofisiológicos (medidos únicamente en electrodos Fz, Cz y Pz) se observó que en los tres grupos, los estímulos viejos generaron una positividad mayor en comparación con los estímulos nuevos en regiones centrales, entre los 350 y 750 mseg post-estímulo; sin embargo, esta diferencia fue menor en los adultos jóvenes bajo la condición de atención dividida que en los sujetos jóvenes en la condición de atención completa.

Fernandes, Pacurar, Moscovitch y Grady (2006) sí encontraron diferencias en la activación cerebral entre adultos jóvenes y mayores bajo condiciones de atención dividida en la recuperación. En la fase de codificación, los sujetos escucharon una lista de palabras; mientras que en la fase de recuperación, los sujetos tenían que contestar sólo a los estímulos previamente presentados. Se realizaron dos tareas distractoras visuales en la fase de recuperación, una a la vez: dígitos y clasificación semántica. En la tarea de dígitos se presentaron dos números flanqueados con

---

---

letras X (por ejemplo: X23X) y los sujetos sólo debían contestar si ambos eran nones. En la tarea de clasificación semántica se presentaron palabras y el sujeto tuvo que decidir si éstas representaban algo animado o inanimado. Los resultados conductuales mostraron que el reconocimiento de los adultos mayores fue menor en comparación con el de los adultos jóvenes, sin embargo, no hubo diferencias significativas al comparar la ejecución entre ambas condiciones de atención. En las condiciones de atención dividida durante la recuperación, los adultos mayores mostraron menor activación en la corteza prefrontal inferior izquierda y en el hipocampo que los adultos jóvenes; sin embargo, presentaron mayor activación en la corteza prefrontal dorsolateral y en la neocorteza posterior. Los autores sugirieron que el incremento en la activación de la corteza prefrontal dorsolateral puede reflejar la decisión de los adultos mayores de enfatizar la tarea de memoria, aunque esto represente un decremento en la ejecución correcta de la tarea distractora.

Castel y Craik (2003) realizaron un estudio en el que adultos jóvenes y mayores estudiaron pares de palabras y en la fase de recuperación discriminaron entre pares previamente presentados, re combinados o nuevos. La tarea concurrente consistió en reportar al experimentador cada vez que se presentaran de manera auditiva tres dígitos nones sucesivos. La condición de atención dividida únicamente la realizaron los adultos jóvenes y en ellos se observó que el realizar la tarea concurrente generó un menor número de aciertos en la tarea de memoria. En los adultos mayores, en comparación con los adultos jóvenes en atención completa,

---

---

se encontró un incremento en el número de falsas alarmas, así como mayor dificultad para recordar los pares de palabras correctamente. Sin embargo, tanto la división de la atención como la edad tuvieron un efecto negativo mayor en la recuperación de información asociativa que en la recuperación del ítem.

En un experimento realizado por Naveh-Benjamin *et al.* (2003) se intentó determinar si la hipótesis del déficit asociativo (Naveh-Benjamin, 2000) podría aplicarse también a estímulos no verbales. El procedimiento fue similar al utilizado por Castel y Craik (2003), la diferencia es que los estímulos fueron imágenes. Los resultados mostraron que los adultos jóvenes no presentaron déficit asociativo, mientras que los adultos mayores sí mostraron deficiencias en las tareas que requirieron asociaciones. Lo anterior confirma que el déficit asociativo también puede presentarse cuando se emplean imágenes como estímulos. Repetidas veces se ha observado (*e.g.* Naveh-Benjamin, 2000; Naveh-Benjamin *et al.*, 2005) que los adultos mayores tienen dificultad durante la fase de codificación para crear asociaciones entre los ítems. Naveh-Benjamin *et al.* (2005) y Whiting (2003) sugirieron que si los adultos mayores utilizan algunas estrategias al momento de codificar, su ejecución puede mejorar. Naveh-Benjamin *et al.* (2005) manipularon la atención tanto en la fase de codificación como en la de recuperación en ambos grupos de edad. Durante la fase de codificación, les presentaron auditivamente a sus sujetos pares de palabras (relacionados y no relacionados); en la recuperación, les presentaron la primera palabra y la tarea del sujeto consistió en recordar la segunda palabra. La tarea concurrente consistió en mantener un círculo lo más

---

---

cerca posible de un asterisco que se proyectaba en el monitor. A la mitad de los participantes se les dio la instrucción de memorizar las palabras para una prueba posterior; y a la otra mitad se les dio las mismas instrucciones pero también se les pidió que crearan mentalmente una oración que incluyera ambas palabras. Los resultados mostraron que el efecto de la demanda de atención (tarea concurrente) fue mayor en la recuperación que en la codificación, y que este efecto fue más significativo en los adultos mayores que en los jóvenes. Además, se observó que los adultos mayores se desempeñaron mejor cuando debían asociar las palabras que cuando no lo hicieron. De hecho, tanto los adultos jóvenes como los mayores se beneficiaron en igual medida cuando utilizaron una estrategia al momento de codificar la información. Esto sugiere que el déficit asociativo en los adultos mayores puede aminorarse si se utilizan estrategias que faciliten el recuerdo de la información.

---

## Objetivos

De nuestro conocimiento, no se han desarrollado investigaciones que evalúen los efectos de la atención dividida sobre el reconocimiento de información episódica con la técnica de PRE en adultos mayores. Se han realizado tres estudios sobre este tema, pero con la técnica de Resonancia Magnética funcional, dos de ellos con adultos jóvenes y uno con adultos mayores. La técnica de Resonancia Magnética funcional brinda una alta resolución espacial pero una pobre resolución temporal. Por ello, es relevante estudiar los efectos de la atención dividida sobre la memoria episódica, mediante la técnica de Potenciales Relacionados a Eventos ya que permite describir patrones electrofisiológicos en el orden de los milisegundos. Del mismo modo, es importante abordar estos efectos durante el envejecimiento, ya que este conocimiento permitirá establecer si los cambios estructurales que ocurren en el cerebro con la edad se asocian a cambios electrofisiológicos. Asimismo, se busca determinar si la actividad neurofisiológica durante los procesos de memoria varía bajo condiciones de atención dividida.

El propósito de la presente investigación fue evaluar los efectos de dividir la atención durante la codificación y recuperación de información episódica en el reconocimiento en adultos jóvenes y mayores, tanto a nivel conductual como neurofisiológico. Se determinó si el reconocimiento se afecta o no en ambos grupos de edad y si se afecta de forma equivalente o no cuando se manipula la atención en la fase de codificación y de recuperación. Además, un segundo propósito fue

---

evaluar si la manipulación de la atención en cada una de estas fases afecta por igual o no el desempeño de los adultos jóvenes y mayores en la tarea concurrente.

Para lograr estos propósitos se llevaron a cabo dos experimentos en los que se realizó una tarea de memoria episódica bajo condiciones de atención dividida. En el Experimento 1 se manipuló la atención en la fase de recuperación y en el Experimento 2, en la fase de codificación. En ambos experimentos los adultos jóvenes y mayores realizaron la tarea bajo condiciones de atención completa en ambas fases, codificación y recuperación, como condición control.

En el presente estudio participaron adultos jóvenes de 21 a 30 años de edad y adultos mayores de 60 a 70 años de edad. En las condiciones de atención completa, la tarea durante la fase de codificación consistió en determinar si las imágenes representaban un objeto natural o uno artificial; y en la fase de recuperación, en indicar si la imagen fue o no presentada previamente en la fase de codificación. En las condiciones de atención dividida, los sujetos tuvieron que realizar las dos tareas arriba descritas más la de indicar si el cuadrado que apareció alrededor de la imagen cambió o no de color. En ambas tareas, los sujetos debían de emitir una respuesta. Las dos tareas se llevaron a cabo al mismo tiempo, durante el segundo que dura la presentación del estímulo, y se le indicó al sujeto que debía responder a ambas tareas sin importar el orden.



---

## Experimento 1

### Atención dividida en la fase de recuperación

Los estudios que han evaluado la memoria episódica bajo condiciones de atención dividida han reportado resultados diferentes. Algunos autores no observaron que la recuperación se vea afectada ( Craik *et al.*, 1996; Naveh-Benjamin, 1998); mientras que otros (Dodson, *et al.*, 1998; Fernandes y Moscovitch, 2002; Fernandes *et al.*, 2005; Naveh-Benjamin *et al.*, 2000; Troyer y Craik, 2000) sí reportaron un menor desempeño de los sujetos cuando su atención es dividida. El objetivo de este experimento fue esclarecer esta controversia mediante el empleo de una condición de atención dividida en la que la tarea concurrente afectara por igual a todos los ensayos de la tarea de memoria. De esta manera, el primer propósito es determinar si la reducción en los recursos de atención durante la recuperación afecta o no el reconocimiento de información episódica. Se espera que aunque el porcentaje de reconocimiento no difiera entre las condiciones de atención (debido a la manipulación experimental), los efectos de dividir la atención se reflejen en un incremento en los tiempos de reacción en la condición de atención dividida en comparación con la condición de atención completa.

Un segundo propósito fue determinar si difiere el reconocimiento entre adultos jóvenes y mayores en condiciones de atención dividida. Existe evidencia empírica (*e.g.* Craik y McDowd, 1987) que nos indica que la ejecución correcta en pruebas de memoria episódica se ve menos afectada en los adultos mayores cuando ésta se

---

---

evalúa mediante tareas menos demandantes, por ejemplo, en una prueba de reconocimiento. Por este motivo, se decidió evaluar a la memoria episódica mediante una prueba de reconocimiento que tuviera el mismo grado de complejidad en ambos grupos de edad en condiciones de atención completa (condición control). De esta forma, fue posible medir los efectos en el reconocimiento de dividir la atención en ambos grupos bajo condiciones de complejidad equivalentes. Otra medida control que se decidió fue equiparar la carga de trabajo entre los grupos de edad tanto en condiciones de atención completa como en atención dividida. Ambas medidas de control se realizaron con el fin de evaluar la actividad electrofisiológica asociada a los efectos de atención libre de la influencia de la variable complejidad. Para lograr esto, el número de estímulos presentados en cada uno de los bloques de la tarea de memoria fue menor para los adultos mayores en comparación con los jóvenes. Se espera que no existan diferencias en el porcentaje de reconocimiento entre los grupos de edad en las condiciones de atención (debido a la manipulación experimental antes explicada); sin embargo, se espera un incremento en los tiempos de reacción en los adultos mayores en comparación con los adultos jóvenes y un menor porcentaje de respuestas correctas en la tarea concurrente por parte de los adultos mayores en comparación con los adultos jóvenes.

Otro propósito del presente experimento fue determinar si existen diferencias entre adultos jóvenes y mayores en los componentes asociados al efecto viejo/nuevo, en las condiciones de atención completa, de atención dividida o en ambas. En adultos

---

---

jóvenes bajo condiciones de atención dividida se ha reportado (Dywan *et al.*, 1998) una disminución en la amplitud de los componentes del efecto viejo/nuevo en comparación con la condición de atención completa. Debido a la escasa o nula información existente acerca del efecto viejo/nuevo, medido a través de la técnica de Potenciales Relacionados a Eventos, en adultos mayores en una condición de atención dividida, en este experimento se pretende determinar si el efecto se modifica por la manipulación de la atención y si éste difiere o no del efecto registrado en los adultos jóvenes. En adultos mayores se espera una reducción de la amplitud en los componentes del efecto viejo/nuevo en la condición de atención dividida en comparación con la condición de atención completa. Sin embargo, no se esperan diferencias en la amplitud del efecto viejo/nuevo al comparar adultos jóvenes con mayores debido a que varios estudios han reportado que no existen diferencias entre estos dos grupos de edad en el efecto viejo/nuevo durante tareas de reconocimiento en condiciones de atención completa (*e.g.* Mark y Rugg, 1998).

---

## MÉTODO

### Sujetos

Participaron 42 personas diestras, todas con una agudeza visual normal o corregida a lo normal, 23 adultos mayores (12 mujeres y 11 hombres) con un rango de edad entre 61 y 70 años y 19 adultos jóvenes (10 hombres y 9 mujeres) con un rango de edad entre 21 y 30 años. Sin embargo, sólo se analizaron los datos de 32 sujetos, 16 adultos mayores (8 mujeres) (media  $\pm$  desviación estándar: 65.49 años  $\pm$  2.30) y 16 adultos jóvenes (8 mujeres) (24.74 años  $\pm$  2.80) debido a que el resto de los participantes tuvo una ejecución al azar o no proporcionaron dos respuestas en la condición de atención dividida. Todos los participantes firmaron un consentimiento informado y recibieron una compensación económica de \$200. La investigación fue aprobada por el Comité de Ética de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Los participantes no presentaron síntomas de depresión (puntaje  $\leq$  20) de acuerdo al Inventario de Depresión de Beck (Beck, Ward, Mendelson, Mock y Erbaugh, 1961), ni síntomas de demencia (puntaje  $\geq$  24) de acuerdo a la Escala Minimental de Folstein (Folstein, Folstein y McHung, 1975) y obtuvieron un puntaje natural mínimo de 26 en la subescala de Vocabulario de la Escala de Inteligencia para Adultos Revisada de Wechsler en español (Wechsler, 1981). Ninguno de los participantes padecía alguna enfermedad neurológica o psiquiátrica, ni consumía alguna droga o medicamento con acción sobre el sistema nervioso central. Los grupos no difirieron en años de estudio ( $t(30) = -0.69, p = 0.5$ ), ni en el puntaje

---

normalizado obtenido en la subescala de Vocabulario ( $t(30) = -1.201, p = 0.24$ ), tampoco en la ejecución en la Escala Minimal de Folstein ( $U = 90, p = 0.16$ ) ni en el Inventario de Depresión de Beck ( $U = 104, p = 0.38$ ). En la Tabla 1 se presentan los puntajes obtenidos por los adultos jóvenes y mayores.

**Tabla 1.** Características de los participantes en ambos grupos de edad. Media y desviación estándar de los años de estudio y de los puntaje normalizados obtenidos en la subescala de vocabulario del WAIS. Asimismo, mediana y rango intercuartil de los puntajes obtenidos en el Inventario de Depresión de Beck y en la Escala Minimal de Folstein.

	<b>Escolaridad (años)</b>	<b>WAIS (puntaje normalizado)</b>	<b>Minimal de Folstein</b>	<b>Inventario de Beck</b>
<b>Adultos jóvenes</b>	16.4 (1.9)	14.1 (1.4)	30 (3)	4.5 (16)
<b>Adultos mayores</b>	17.1 (3.5)	14.6 (1.3)	29 (3)	3 (13)

### **Instrumentos**

Subescala de Vocabulario de la Prueba de Inteligencia Wechsler para Adultos (WAIS-R) en Español (Wechsler, 1981). El WAIS-R es un instrumento que se permite valorar el funcionamiento cognoscitivo y se divide en dos partes: verbal y ejecución motora. Esta prueba se estandarizó con un grupo de 1700 adultos de habla inglesa (mujeres y hombres con edades entre 16 y 64 años). El coeficiente de confiabilidad de la escala verbal es de 0.96, mientras que el de la escala ejecutiva es de 0.93 a 0.94. La subescala de vocabulario está incluida en la parte verbal y su tiempo de aplicación es de 10 a 30 minutos. Esta subescala correlaciona con el coeficiente intelectual general del WAIS y con otras pruebas de inteligencia.

---

Minimental de Folstein o Prueba de Estado Mental (Folstein *et al.*, 1975): Esta prueba consta de 11 ítems e incluye la valoración de la orientación, la concentración, la atención, el cálculo, la memoria y el lenguaje. La confiabilidad test-retest (24 horas) es de 0.89 con el mismo aplicador y de 0.83 con un aplicador diferente. La prueba permite identificar la presencia de demencia o delirio en las personas con puntajes menores a 24 en el 75% de los casos.

Inventario de Depresión de Beck (Beck *et al.*, 1961): Este instrumento valora las manifestaciones conductuales de la depresión a través de la presencia de actitudes o síntomas que son específicos de los pacientes deprimidos. El inventario se desarrolló con dos muestras de pacientes psiquiátricos con una edad entre 15 y 55 años, la primera con 226 sujetos (134 mujeres y 92 hombres) y la segunda con 183 (115 mujeres y 68 hombres). El tiempo requerido para su aplicación es de 5 a 15 minutos. El coeficiente de confiabilidad de la prueba es de 0.86 y se considera que un sujeto está deprimido cuando el puntaje obtenido es mayor a 20.

### **Aparatos**

Se utilizaron tres computadoras PC, dos monitores de 17", una televisión, una videocámara y cuatro cajas de respuesta. Dos de las cajas tuvieron dos teclas para ser presionadas con el dedo índice y medio, mientras que las otras dos, una sola tecla para ser presionada con el dedo índice. Asimismo, se utilizó el software *Brain Recorder* y *Brain Analyzer* versión 1.5 de *Brain Products* Inc. para registrar y analizar los datos fisiológicos, el software *Eprime* versión 1.2 para mostrar los estímulos y

---

---

captar las respuestas de los sujetos y el sistema *BrainVision QuickAmp-136* con 128 canales para registrar la señal electrofisiológica.

### **Estímulos**

Los estímulos visuales que se emplearon en la tarea de memoria consistieron en 592 imágenes a color de objetos comunes, la mitad de ellas representaron objetos naturales (por ejemplo, una flor) y el resto, objetos artificiales (por ejemplo, un libro). Se utilizaron 240 imágenes en cada condición experimental (condición de atención completa y condición de atención dividida) y 112 imágenes para las condiciones de práctica (cuatro prácticas con 20 imágenes cada una y cuatro prácticas con ocho imágenes cada una).

Los estímulos se proyectaron en un monitor de computadora sobre un fondo blanco al centro de la pantalla. Las imágenes tuvieron un ángulo visual horizontal y vertical entre 2.5° y 4°. Todas las imágenes, en ambas condiciones experimentales, se presentaron dentro de un cuadrado (estímulo de la tarea concurrente) con un ángulo visual horizontal y vertical de 4°, de tal forma que las dimensiones del cuadrado correspondieron al tamaño máximo de las imágenes en el plano horizontal y vertical. El grosor de la línea del cuadrado tuvo un ángulo de 0.4°.

En el 50% de los ensayos de ambas fases, codificación y reconocimiento, los cuadrados se presentaron al inicio en color negro y en el resto en color rojo. A su vez, en el 50% de los ensayos, en ambas fases, los cuadrados cambiaron de color:

---

---

los que al inicio del ensayo se presentaron en rojo cambiaron a color negro y viceversa, mientras que en el resto de los ensayos el color del cuadrado no cambió durante el ensayo. El color del cuadrado podía cambiar por una ocasión después de que inició el ensayo entre los 100 y hasta los 900 mseg en intervalos de 50 mseg elegidos al azar. Las imágenes y cuadrados se presentaron simultáneamente durante un segundo en cada ensayo.

### **Procedimiento**

Cada participante asistió a dos sesiones. La primera permitió determinar si el sujeto podía participar en el estudio; mientras que en la segunda, se realizó el registro electrofisiológico.

La primera sesión tuvo una duración aproximada de 90 minutos y se realizó en un cubículo silencioso. En esta sesión se entrevistó al sujeto para conocer su estado de salud, se le aplicaron los instrumentos previamente descritos, se realizó una prueba visual y se llevaron a cabo las fases de práctica. La prueba visual consistió en que el sujeto identificara imágenes impresas en una hoja de papel, éstas tuvieron el mismo tamaño que las que se presentaron en la pantalla durante el experimento. La fase de práctica se realizó frente a una computadora y permitió que el sujeto se familiarizara con la tarea y adquiriera experiencia para proporcionar dos respuestas en un mismo ensayo, al final de cada fase, se le informó al sujeto el porcentaje de respuestas correctas, incorrectas y no respuestas para ambos tipos de estímulos (imagen y cuadrado).

---



---

La segunda sesión duró aproximadamente tres horas e inició con la colocación de la gorra con electrodos. Después, el sujeto realizó las tareas en una cámara sonoamortiguada tenuemente iluminada. La cámara estaba equipada con un sistema de sonido y video que nos permitió observar y escuchar permanentemente al sujeto en una pantalla de televisión mientras realizaba las tareas. El sujeto se sentó en una silla de respaldo alto a un metro del monitor de la computadora.

El orden en el que se realizaron las condiciones experimentales se contrabalanceó. En la condición de atención completa en la codificación y en el reconocimiento (AC/AC), los sujetos llevaron a cabo una sola tarea en cada fase: en la codificación, indicar si la imagen representaba un objeto natural o artificial; en la de reconocimiento, si la imagen era vieja (presentada previamente en la fase de codificación) o nueva. En la condición de atención dividida, los sujetos realizaron además de la tarea de reconocimiento, la de indicar si el cuadrado alrededor de la imagen cambió o no de color (AC/AD).

En cada condición experimental se presentaron un total de 120 imágenes en la codificación y 240 en el reconocimiento. El número de bloques que los adultos jóvenes realizaron en cada condición de atención, así como el número de imágenes presentadas en cada fase se muestra en la Tabla 2. Con el objetivo de obtener un porcentaje de ejecución equivalente entre los grupos, se incrementó el número de bloques que realizaron los adultos mayores (Tabla 2).

---

---

**Tabla 2.** Número de bloques y de imágenes presentados en las condiciones experimentales (atención completa y atención dividida) en cada una de las fases (codificación y reconocimiento) en adultos jóvenes y adultos mayores.

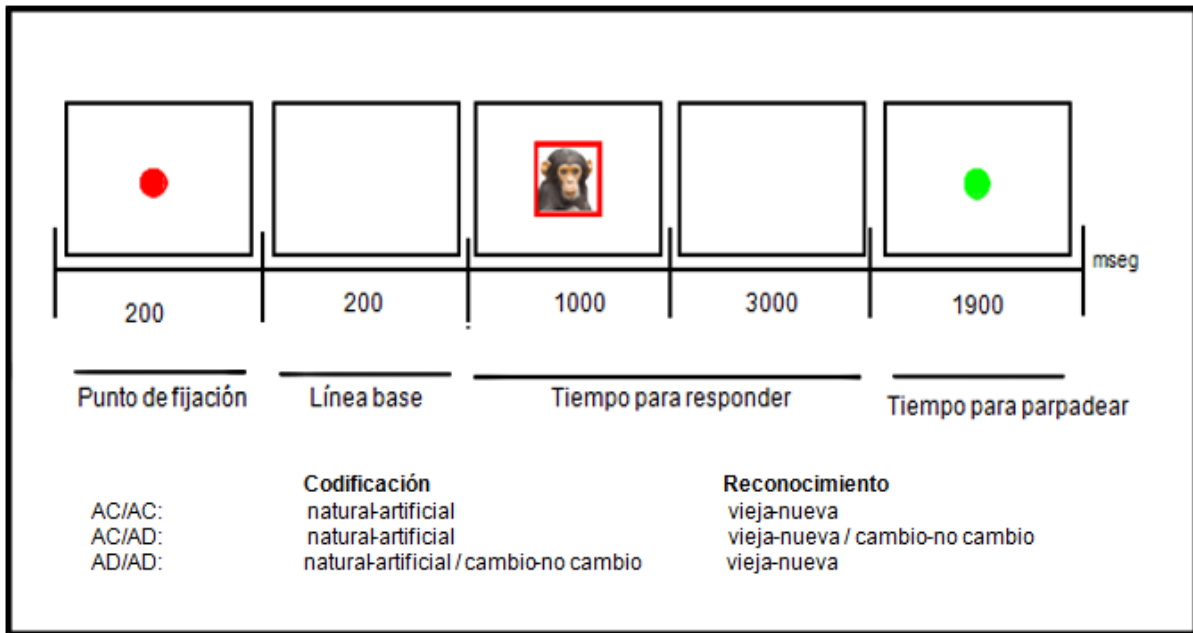
	<b>Adultos jóvenes</b>		<b>Adultos mayores</b>	
	<b>Atención completa</b>	<b>Atención dividida</b>	<b>Atención completa</b>	<b>Atención dividida</b>
Número de bloques	1	2	3	6
Estímulos en codificación	120	60	40	20
Estímulos en reconocimiento	240	120	80	40

En la condición de atención completa, para ambos grupos de edad, se emplearon las cajas de respuesta con una sola tecla. Se contrabalanceó el uso del dedo índice de la mano derecha y el de la mano izquierda para contestar a las dos opciones posibles de respuesta en cada una de las tareas. En la condición de atención dividida se emplearon las cajas de respuesta con dos teclas; la mitad de los sujetos realizó la tarea de reconocimiento (estímulo viejo/nuevo) con el dedo índice y medio de la mano derecha, y la tarea de discriminación visual (cambio de color el cuadrado o no) con los dedos índice y medio de la mano izquierda; en el resto de los sujetos se cambió la mano con que se realizaron cada una de las tareas.

En ambas condiciones de atención y en ambas fases cada ensayo comenzó con la aparición de un círculo rojo (punto de fijación) con un ángulo visual de  $0.5^\circ$  durante 200 mseg al centro de la pantalla. Después de que éste desapareció, transcurrió un periodo de 200 mseg, que sirvió como línea base, en el que la

---

pantalla permaneció en blanco. Al término de este periodo, se presentó una imagen con una duración de 1000 mseg y al mismo tiempo un cuadrado de color negro o rojo alrededor de la imagen que cambiaba o no de color. Después de la desaparición de la imagen y del cuadrado, la pantalla permaneció en blanco por 3000 mseg. A partir del inicio de la presentación de los estímulos y durante los 3000 mseg posteriores, los sujetos debían proporcionar una o dos respuestas en las condiciones de atención completa y atención dividida, respectivamente. Al término de este periodo apareció un círculo verde (ángulo visual de  $0.5^\circ$ ) al centro de la pantalla durante 1900 mseg (Figura 1). Se le indicó al sujeto que sólo podía parpadear mientras se proyectaba el círculo verde. Después de este periodo, apareció nuevamente el círculo rojo. La duración aproximada de cada condición experimental fue de 38 minutos. El sujeto tuvo breves períodos de descanso entre cada una de las condiciones experimentales.



**Figura 1.** Duración de cada uno de los eventos que ocurrieron en un ensayo, tanto en la fase de codificación como en la de reconocimiento. La imagen apareció dentro de un cuadrado que cambió de color en el 50% de los ensayos. Se indican las tareas que realizaron los sujetos en cada condición: AC/AC (Atención Completa en la codificación y en el reconocimiento), AC/AD (Atención Completa en la codificación y Atención Dividida en el reconocimiento) y AD/AC (Atención Dividida en la codificación y Atención Completa en el reconocimiento). En la fase de codificación la tarea del sujeto consistió en indicar si la imagen representaba un objeto natural o artificial; en la recuperación, en realizar una tarea de reconocimiento (imagen vieja o nueva). En la tarea de discriminación visual el sujeto debía indicar si el cuadrado cambió o no de color durante el ensayo.

### Registro electrofisiológico

Los Potenciales Relacionados a Eventos se registraron mediante una gorra con 128 electrodos *Acticap* de *Brain Products GmbH* (Figura 2). Se utilizó como referencia la señal promedio registrada en todos los electrodos mientras que el electrodo que corresponde a la tierra se colocó en la parte alta de la frente. La actividad ocular se registró mediante un montaje monopolar, se colocaron dos electrodos, uno en la porción lateral del ojo izquierdo y otro en la región supraorbital del ojo derecho. La impedancia de todos los electrodos fue menor a 10 k $\Omega$ . Se utilizó un ancho de banda de 0.1 Hz a 100 Hz y una tasa de muestreo de 512 Hz. La señal del EEG y del

EOG se amplificó 20,000 veces y se filtró a 18 Hz y 24 dB roll-off fuera de línea. Las épocas tuvieron una duración de 2200 mseg y se iniciaron 200 mseg antes de la presentación de cada estímulo, periodo que se utilizó como línea base.

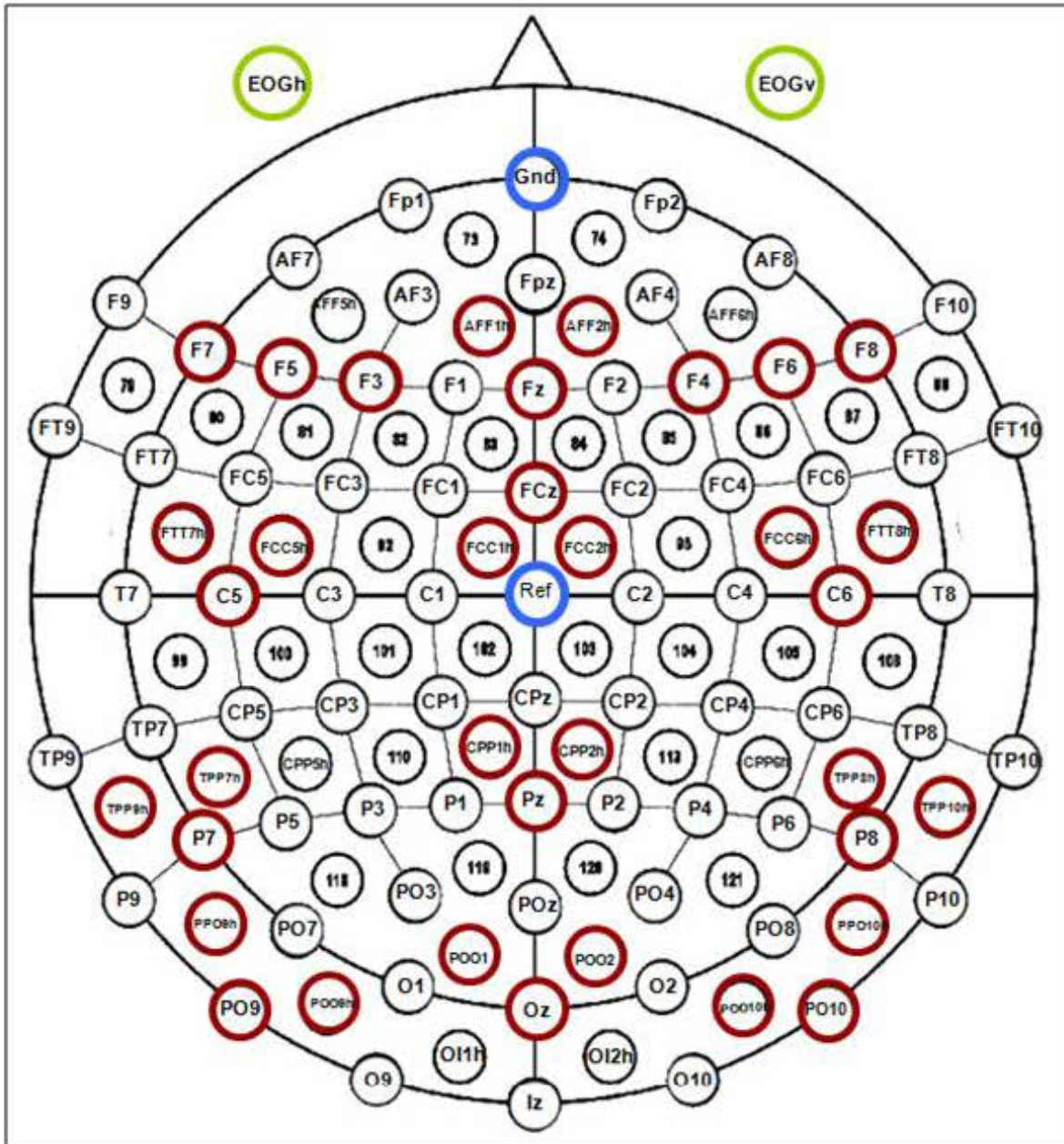


Figura 2. Electrodo seleccionados (círculo rojo) para el análisis estadístico.

---

## Análisis de datos

Los datos conductuales se analizaron mediante Análisis de Varianza (ANOVAs) mixtos. Las respuestas correctas durante la fase de codificación se analizaron mediante un diseño que incluyó los factores grupo (adultos jóvenes y mayores) y condición de atención (atención dividida y atención completa). Los tiempos de reacción también se analizaron con este diseño. En la fase de reconocimiento se analizaron las respuestas correctas, así como sus tiempos de reacción. Se utilizó un diseño con los factores grupo, condición experimental y tipo de respuesta (estímulos viejos y estímulos nuevos). En la condición de atención dividida se eliminaron los ensayos en los cuales el sujeto no emitió dos respuestas, es decir, cuando no respondió en la tarea concurrente o en la tarea de memoria.

Se calculó el índice de discriminación  $P_r$  y el índice de tendencia  $B_r$  para medir la ejecución de los sujetos en la prueba de reconocimiento de acuerdo al *Modelo de dos umbrales altos* (Snodgrass y Corwin, 1988). Este modelo establece una medida de discriminación que consiste en restar las falsas alarmas (estímulos nuevos clasificados erróneamente) de los éxitos o estímulos viejos correctos ( $P_r = E - F_a$ ). Asimismo, se calculó el índice de tendencia ( $B_r = F_A / [1 - (E - F_A)]$ ) que muestra la probabilidad de contestar *sí* a un estímulo cuando no se está seguro. Las falsas alarmas ocurren cuando el sujeto no está seguro de su respuesta y contesta *sí*. Un valor en el índice de tendencia igual a 0.5 establece una tendencia neutral, un valor mayor a 0.5 indica una tendencia liberal mientras que un valor menor a 0.5 sugiere una tendencia conservadora. Snodgrass y Corwin (1988) mostraron que ambos

---

---

índices son independientes uno de otro, y que el índice  $P_r$  brinda resultados similares al índice  $d'$  del modelo de detección de señales. Ambos índices se analizaron con un diseño que incluyó los factores grupo y condición experimental.

El análisis de los datos fisiológicos de la fase de reconocimiento consistió en una corrección de línea base de toda la época en función de los 200 mseg preestímulo. Posteriormente, se eliminaron de manera automática los ensayos que presentaron una señal mayor a 70  $\mu V$ , enseguida, se eliminaron aquellos ensayos que presentaron artefactos oculares o motores a través de la inspección visual de cada una de las épocas. El número de épocas incluidas en los promedios de amplitud de los PRE no difirió significativamente entre los grupos de edad, entre las condiciones de atención ni entre los tipos de respuesta ( $F_{(1, 30)} = 2.98$ ,  $MSE = 38.97$ ,  $p = 0.09$ ) en los ensayos correctos ante estímulos viejos en atención completa [adultos jóvenes (Media  $\pm$  E.E.:  $96 \pm 2$ ) y adultos mayores ( $102 \pm 2$ )] y atención dividida [adultos jóvenes ( $99 \pm 3$ ) y adultos mayores ( $97 \pm 3$ )]; y ante estímulos nuevos en atención completa [adultos jóvenes ( $111 \pm 2$ ) y mayores ( $108 \pm 2$ )] y atención dividida [adultos jóvenes ( $108 \pm 12$ ) y adultos mayores ( $106 \pm 2$ )].

Se midió la amplitud media (promedio de la amplitud alcanzada en cada uno de los puntos comprendidos en un intervalo de tiempo con respecto a la línea base) de la señal electrofisiológica (en  $\mu V$ ) en las siguientes ventanas de medición: 50-150 mseg, 150-250 mseg, 250-450 mseg, 450-750 mseg, 750-1100 mseg, 1100-1300 mseg y 1300-2000 mseg.

---

Aunque se registró la actividad electrofisiológica de los 128 canales, únicamente se eligieron 36 de ellos para el análisis estadístico (Figura 2). Se obtuvo el promedio de amplitud de tres electrodos en las siguientes posiciones: frontal izquierdo (F7, F5, F3), frontal línea media (AFF1h, AFF2h, Fz), frontal derecho (F8, F6, F4), central izquierdo (FTT7h, FCC5h, C5), central línea media (FCz, FCC1h, FCC2h), central derecho (FTT8h, FCC6h, C6), parietal izquierdo (TPP9h, TPP7h, P7), parietal línea media (CPP1h, CPP2h, Pz), parietal derecho (TPP8h, TPP10h, P8), occipital izquierdo (PPO9h, PO9, POO9h), occipital línea media (POO1, POO2, O2) y occipital derecho (PPO10h, PO10, POO10h).

Primero se analizaron los efectos de manipular la atención en cada uno de los grupos, para ello, se realizaron ANOVAs mixtos en cada ventana de medición por separado en cada grupo de edad. El diseño incluyó los factores: condición de atención (completa y dividida), región (hemisferio izquierdo, línea media y hemisferio derecho), posición (frontal, central, parietal y occipital) y tipo de respuesta (viejas correctas y nuevas correctas). Solo se reportan los resultados en los que el factor tipo de respuesta o sus interacciones fueron significativos. Posteriormente, en cada grupo de edad se realizó la sustracción de la amplitud entre ambos tipos de respuesta (viejas correctas - nuevas correctas) para determinar si existían diferencias en el efecto viejo/nuevo (Friedman, Nessler y Johnson, 2007) entre adultos jóvenes y mayores en cada una de las ventanas de medición. Los factores del diseño fueron: grupo (adultos jóvenes y adultos

---



---

mayores), condición de atención, región y posición.

En todos los análisis, los grados de libertad se corrigieron con el método de Greenhouse-Geisser para compensar la heterogeneidad de las covarianzas que puedan facilitar la ocurrencia del Error Tipo I (Jennings y Wood, 1976). Cuando los resultados fueron corregidos se reportaron los grados de libertad sin corrección, la probabilidad corregida y el valor de epsilon ( $\epsilon$ ). Los resultados fueron significativos a un nivel de probabilidad  $< 0.05$ .

En el análisis conductual se utilizó la prueba *t-Student*, para muestras independientes con corrección de Bonferroni para determinar las interacciones que resultaron significativas en las comparaciones entre grupos. Asimismo, en el análisis fisiológico se realizaron ANOVAs subsidiarios para determinar las interacciones significativas.

---

## RESULTADOS

### Resultados conductuales

En la fase de codificación (clasificación semántica) no se encontraron diferencias significativas ( $F_{(1, 30)} = 0.55$ ,  $MSE = 3.90$ ,  $p = 0.47$ ) en el porcentaje de respuestas correctas entre los adultos jóvenes (atención completa [Media  $\pm$  Error estándar]:  $97.5\% \pm 0.6$ ; atención dividida:  $98.0\% \pm 0.5$ ) y mayores (atención completa:  $97.4\% \pm 0.5$ ; atención dividida:  $97.2\% \pm 0.5$ ) ni entre las condiciones de atención.

Asimismo, no se observaron diferencias en los tiempos de reacción ( $F_{(1, 30)} = 1.78$ ,  $MSE = 5280$ ,  $p = 0.19$ ) entre adultos jóvenes (atención completa:  $997$  mseg  $\pm 69$ ; atención dividida:  $1023$  mseg  $\pm 73$ ) y mayores (atención completa:  $990$  mseg  $\pm 65$ ; atención dividida:  $1018$  mseg  $\pm 61$ ) en ninguna de las condiciones de atención. En los tiempos de reacción se observó un efecto principal en la condición de atención ( $F_{(1, 30)} = 8.57$ ,  $MSE = 1523$ ,  $p = 0.006$ ). Las respuestas de los sujetos fueron más rápidas en la condición de atención completa ( $968$  mseg  $\pm 47$ ) que en la condición de atención dividida ( $1020$  mseg  $\pm 47$ ).

En la fase de recuperación las respuestas a la tarea de memoria (Tabla 3) se analizaron mediante ANOVAs mixtos con los factores grupo de edad y condición de atención. No se observó una interacción significativa en el porcentaje de reconocimiento corregido ( $F_{(1, 30)} = 1.33$ ,  $MSE = 75.34$ ,  $p = 0.26$ ) ni en el porcentaje de respuestas a ítems nuevos corregido ( $F_{(1, 30)} = 0.46$ ,  $MSE = 59.39$ ,  $p = 0.50$ ).

---

El análisis de los tiempos de reacción en los ítems viejos (Tabla 3) mostró una interacción significativa entre los factores grupo de edad y condición de atención ( $F_{(1, 30)} = 4.36, MSE = 7980, p = 0.045$ ). Los análisis subsiguientes indicaron que tanto los adultos jóvenes ( $t(15) = -6.76, p < 0.0001$ ) como los adultos mayores ( $t(15) = -4.11, p = 0.0001$ ) tuvieron menores tiempos de reacción en la condición de atención completa que en la de atención dividida.

Los análisis de los índices de tendencia ( $F_{(1, 30)} = 0.042, MSE = 0.005, p = 0.84$ ) y discriminación ( $F_{(1, 30)} = 1.33, MSE = 0.009, p = 0.26$ ) no resultaron significativos (Tabla 4).

En la condición de atención dividida, los sujetos tenían que realizar la tarea de reconocimiento y la tarea concurrente al mismo tiempo. Los ensayos en los que los sujetos no brindaron dos respuestas fueron eliminados del análisis. Se presentó una diferencia significativa ( $t(30) = 2.40, p = 0.02$ ) en el porcentaje de dos respuestas entre los grupos y se observó que los adultos jóvenes ( $97.7\% \pm 0.4$ ) tuvieron un mayor número de dos respuestas que los adultos mayores ( $95.3\% \pm 0.9$ ).

**Tabla 3.** Media del porcentaje de respuestas correctas (%) y de los tiempos de reacción (mseg) en la fase de codificación y de reconocimiento en ambas condiciones de atención (completa y dividida) para ambos grupos de edad. Desviaciones estándar entre paréntesis

		Adultos jóvenes		Adultos mayores	
		Atención completa	Atención dividida	Atención completa	Atención dividida
Reconocimiento	Media	80.5 (7.3)	82.7 (8.9)	84.8 (7.7)	80.9 (6.8)
	TR	1034 (272)	1727 (563)	1133 (253)	1532 (466)
Viejas incorrectas	Media	16.6 (7.7)	12.1 (7.3)	11.77 (6.3)	10.2 (7.2)
	TR	1234 (365)	1829 (781)	1319 (315)	1772 (656)
Nuevas correctas	Media	92.9 (4.7)	90.4 (4.3)	90.1 (5.6)	87.9 (7.2)
	TR	1051 (227)	1760 (549)	1126 (213)	1462 (487)
Falsas alarmas	Media	6.8 (4.6)	8.3 (4.0)	8.5 (5.5)	9.0 (6.2)
	TR	1296 (420)	1953 (740)	1418 (368)	1705 (613)
Reconocimiento - falsas alarmas	Media	73.7 (9.0)	74.3 (10.2)	76.3 (11.7)	71.9 (10.8)
Nuevas correctas - viejas incorrectas	Media	76.3 (9.2)	78.2 (9.2)	78.4 (11.5)	77.8 (10.4)

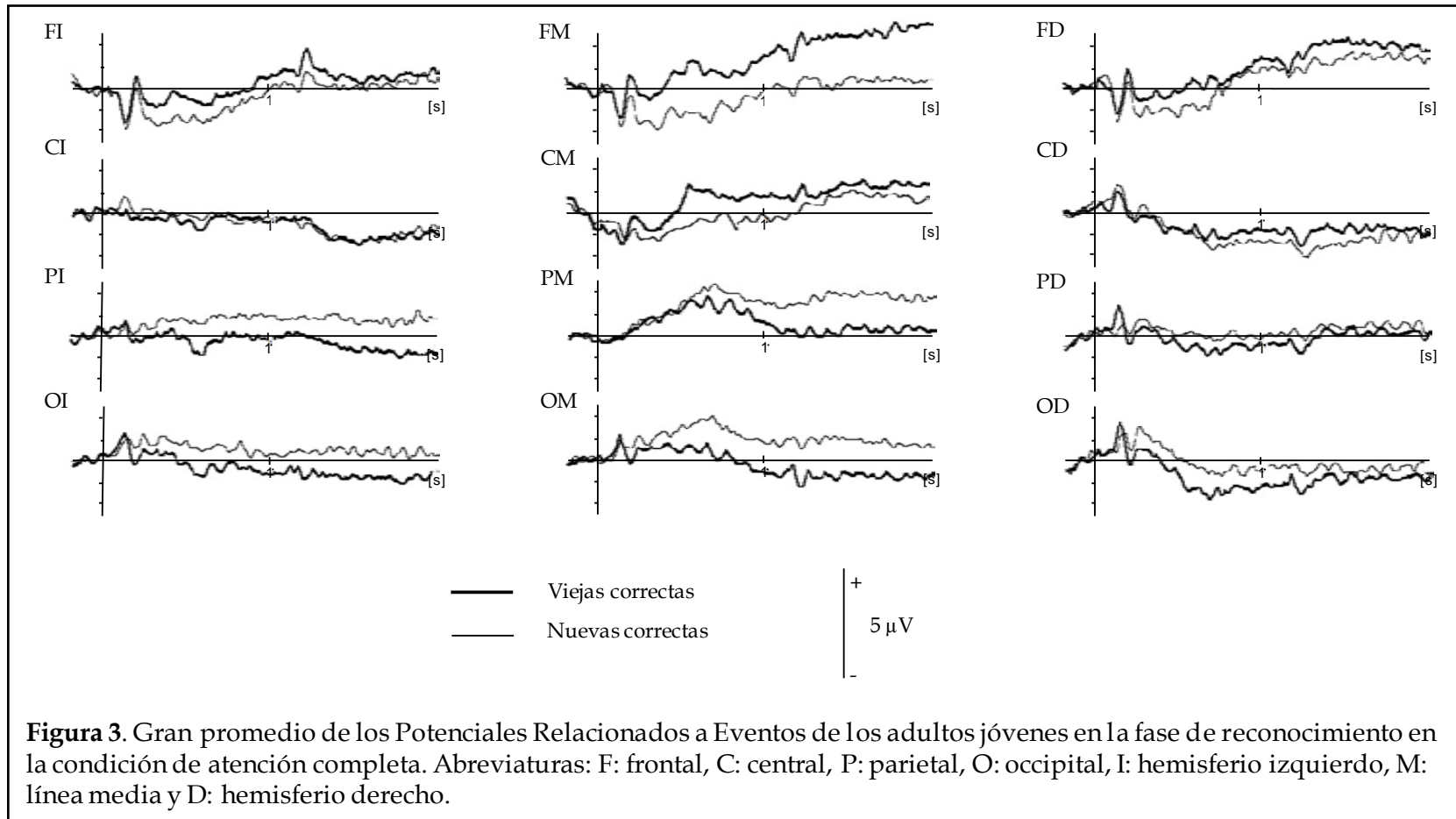
**Tabla 4.** Media de los índices  $P_r$  y  $B_r$  en las condiciones de atención completa y atención dividida en adultos jóvenes y adultos mayores.

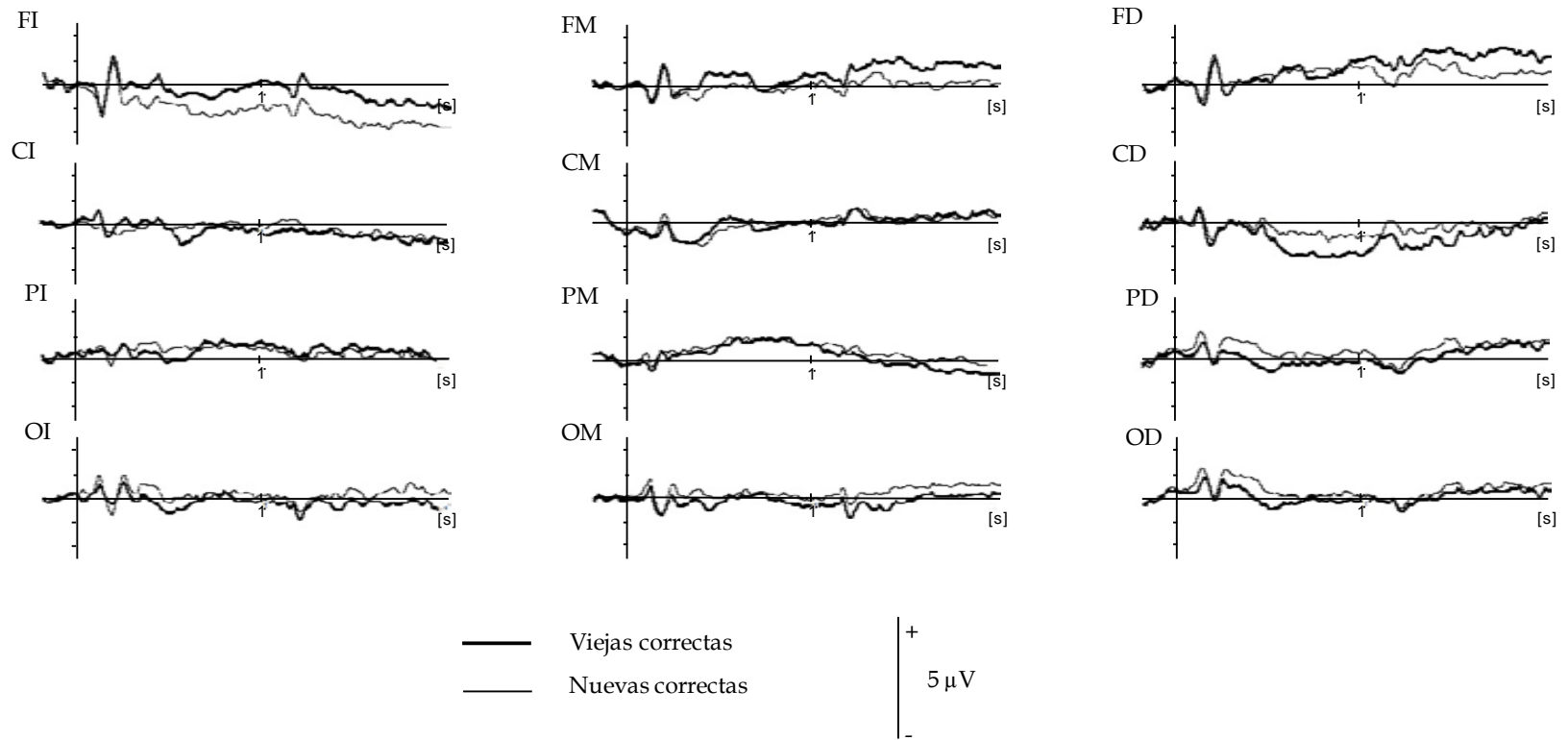
	Adultos jóvenes		Adultos mayores	
	Atención completa	Atención dividida	Atención completa	Atención dividida
Índice de discriminación ( $P_r$ )	0.74 (0.08)	0.74 (0.10)	0.76 (0.12)	0.72 (0.11)
Índice de tendencia ( $B_r$ )	0.10 (0.07)	0.12 (0.06)	0.13 (0.10)	0.14 (0.12)

En la tarea concurrente se generó una diferencia significativa en el porcentaje de respuestas correctas ( $t(30) = 5.02, p = 0.0001$ ) y se observó que los adultos jóvenes ( $93.6\% \pm 1.1$ ) fueron más exactos que los adultos mayores ( $66.6\% \pm 5.3$ ). Sin embargo, no hubo una diferencia en los tiempos de reacción ( $t(30) = -1.24, p = 0.23$ ) entre adultos jóvenes ( $1994 \text{ mseg} \pm 120$ ) y mayores ( $2186 \text{ mseg} \pm 100$ ). Asimismo, se realizó un análisis de varianza mixto con los factores grupo de edad y tipo de ensayo (cuando el cuadrado cambió o no de color) y no se encontró una diferencia significativa en el porcentaje de respuestas correctas ( $F(1,30) = 0.005, MSE = 12.36, p = 0.94$ ) ni en los tiempos de reacción ( $F(1,30) = 1.99, MSE = 6352, p = 0.17$ ) entre adultos jóvenes ( $1994 \text{ mseg} \pm 120$ ) y adultos mayores ( $2186 \text{ mseg} \pm 100$ ).

### Resultados fisiológicos en adultos jóvenes

En las Figuras 3 y 4 se muestra el gran promedio de los Potenciales Relacionados a Eventos registrado en los adultos jóvenes en la condición de atención completa y dividida, respectivamente.





**Figura 4.** Gran promedio de los Potenciales Relacionados a Eventos de los adultos jóvenes en la fase de reconocimiento en la condición de atención dividida. Abreviaturas: F: frontal, C: central, P: parietal, O: occipital, I: hemisferio izquierdo, M: línea media y D: hemisferio derecho.

---

### ***Componente negativo entre los 50 y 150 msec***

No se observó ninguna interacción significativa con el factor tipo de respuesta.

### ***Componente positivo entre los 150 y 250 msec***

En esta ventana de medición no se observó ningún resultado significativo.

### ***Componente negativo entre los 250 y 450 msec***

El factor tipo de respuesta interaccionó de forma significativa con el factor posición ( $F_{(3,45)} = 6.23$ ,  $MSE = 1.489$ ,  $p = 0.008$ ). El análisis *post-hoc* mostró que en áreas frontales ( $F_{(1,15)} = 13.51$ ,  $MSE = 0.140$ ,  $p = 0.002$ ) y occipitales ( $F_{(1,15)} = 5.36$ ,  $MSE = 0.07$ ,  $p = 0.035$ ) las imágenes nuevas (frontal:  $-0.86 \mu V \pm 0.43$ ; occipital:  $0.48 \mu V \pm 0.57$ ) generaron mayor amplitud que las imágenes viejas (frontal:  $-0.38 \mu V \pm 0.37$ ; occipital:  $0.15 \mu V \pm 0.50$ ).

### ***Componente positivo entre los 450 y 750 msec***

La interacción entre los factores condición de atención, región, posición y tipo de respuesta fue significativa ( $F_{(6,90)} = 2.43$ ,  $MSE = 0.098$ ,  $p = 0.032$ ). En el análisis *post-hoc* se observó que en la condición de atención completa en áreas frontales en el hemisferio derecho ( $F_{(1,15)} = 15.94$ ,  $MSE = 0.178$ ,  $p = 0.001$ ) y en la línea media ( $F_{(1,15)} = 8.99$ ,  $MSE = 0.391$ ,  $p = 0.009$ ) las imágenes viejas (derecho:  $0.18 \mu V \pm 0.57$ ; media:  $0.61 \mu V \pm 0.58$ ) generaron mayor amplitud positiva que las imágenes nuevas (derecho:  $-0.41 \mu V \pm 0.54$ ; media:  $-0.05 \mu V \pm 0.57$ ).



---

En la condición de atención dividida en áreas frontales en el hemisferio derecho ( $F_{(1,15)} = 13.20$ ,  $MSE = 0.185$ ,  $p = 0.0020$ ), línea media ( $F_{(1,15)} = 4.63$ ,  $MSE = 1.072$ ,  $p = 0.048$ ) y hemisferio izquierdo ( $F_{(1,15)} = 4.55$ ,  $MSE = 0.540$ ,  $p = 0.05$ ) las imágenes viejas (derecho:  $0.61 \mu V \pm 0.55$ ; media:  $0.55 \mu V \pm 0.33$ ; izquierdo:  $-0.23 \mu V \pm 0.39$ ) generaron mayor positividad que las imágenes nuevas (derecho:  $-0.06 \mu V \pm 0.49$ ; media:  $-0.24 \mu V \pm 0.52$ ; izquierdo:  $-0.79 \mu V \pm 0.41$ ). Asimismo, en el hemisferio derecho en derivaciones centrales ( $F_{(1,15)} = 4.86$ ,  $MSE = 0.380$ ,  $p = 0.044$ ) y occipitales ( $F_{(1,15)} = 4.53$ ,  $MSE = 0.697$ ,  $p = 0.05$ ) los estímulos viejos (central:  $-1.002 \mu V \pm 0.59$ ; occipital:  $-1.003 \mu V \pm 0.53$ ) generaron mayor amplitud que los estímulos nuevos (central:  $-0.52 \mu V \pm 0.41$ ; occipital:  $-0.37 \mu V \pm 0.42$ ). Por último, en la línea media en derivaciones centrales ( $F_{(1,15)} = 6.32$ ,  $MSE = 0.257$ ,  $p = 0.024$ ) las imágenes viejas ( $0.01 \mu V \pm 0.31$ ) generaron mayor positividad que las imágenes nuevas ( $-0.44 \mu V \pm 0.36$ ).

### ***Componente positivo entre los 750y 1100 mseg***

Se encontró una interacción significativa entre los factores posición y tipo de respuesta ( $F_{(3,45)} = 5.96$ ,  $MSE = 1.603$ ,  $p = 0.01$ ). En el análisis *post hoc* se observó que en áreas frontales ( $F_{(1,15)} = 10.97$ ,  $MSE = 0.167$ ,  $p = 0.005$ ) y occipitales ( $F_{(1,15)} = 5.80$ ,  $MSE = 0.142$ ,  $p = 0.029$ ) los estímulos viejos (frontal:  $0.82 \mu V \pm 0.38$ ; occipital:  $-0.59 \mu V \pm 0.47$ ) elicitaron una mayor amplitud que los estímulos nuevos (frontal:  $0.34 \mu V \pm 0.37$ ; occipital:  $-0.27 \mu V \pm 0.38$ ).

---

### ***Componente positivo entre los 1100 y 1300 mseg***

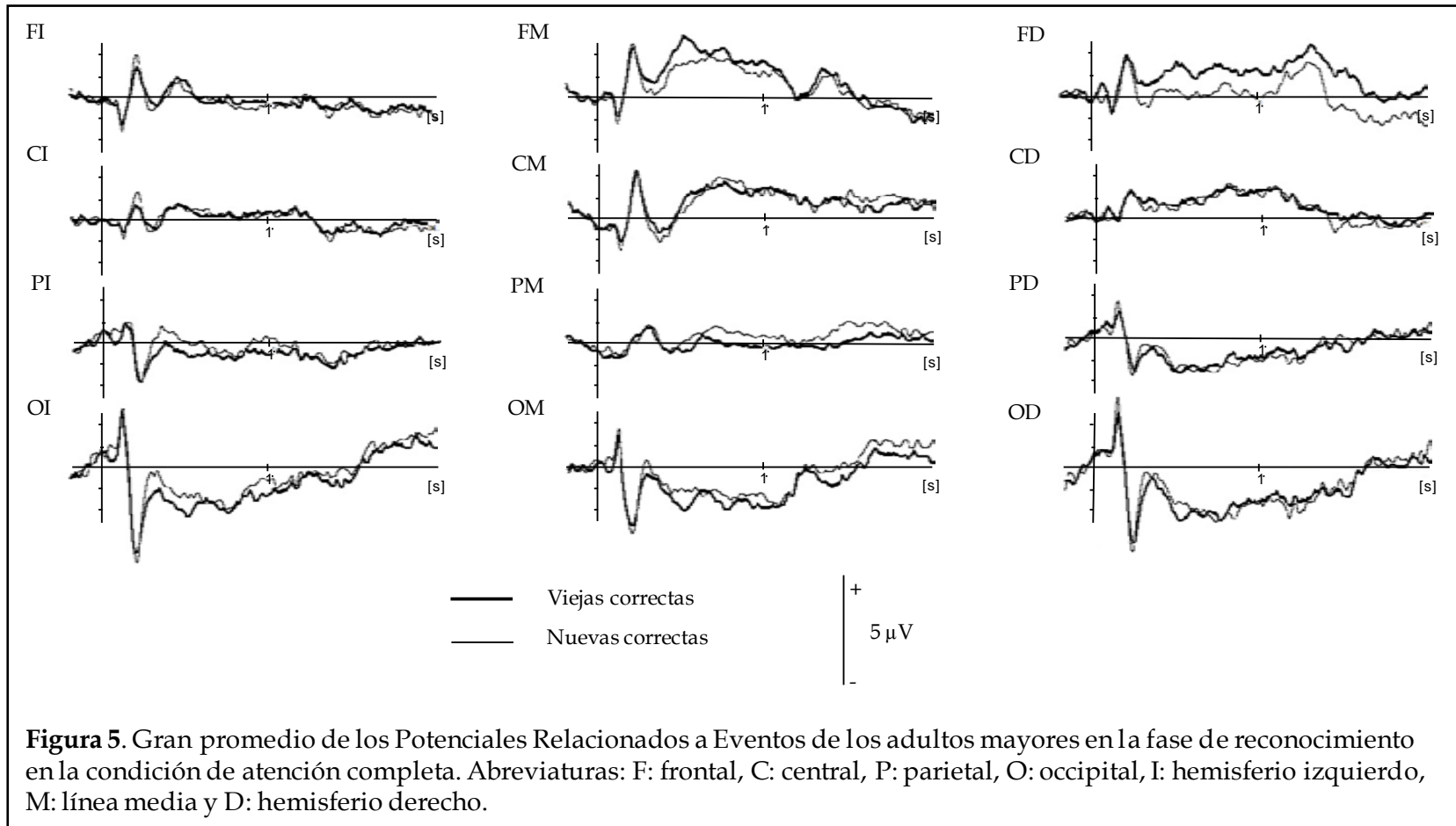
Los factores posición y tipo de respuesta interaccionaron de forma significativa ( $F_{(3,45)} = 5.29$ ,  $MSE = 1.147$ ,  $p = 0.009$ ,  $\epsilon = 0.732$ ). En el análisis *post hoc* se observó que en derivaciones frontales ( $F_{(1,15)} = 11.29$ ,  $MSE = 0.165$ ,  $p = 0.004$ ) y occipitales ( $F_{(1,15)} = 5.60$ ,  $MSE = 0.076$ ,  $p = 0.032$ ) las imágenes viejas (frontal:  $1.10 \mu V \pm 0.31$ ; occipital:  $-0.50 \mu V \pm 0.36$ ) elicitaban una mayor amplitud que las imágenes nuevas (frontal:  $0.62 \mu V \pm 0.35$ ; occipital:  $-0.27 \mu V \pm 0.32$ ).

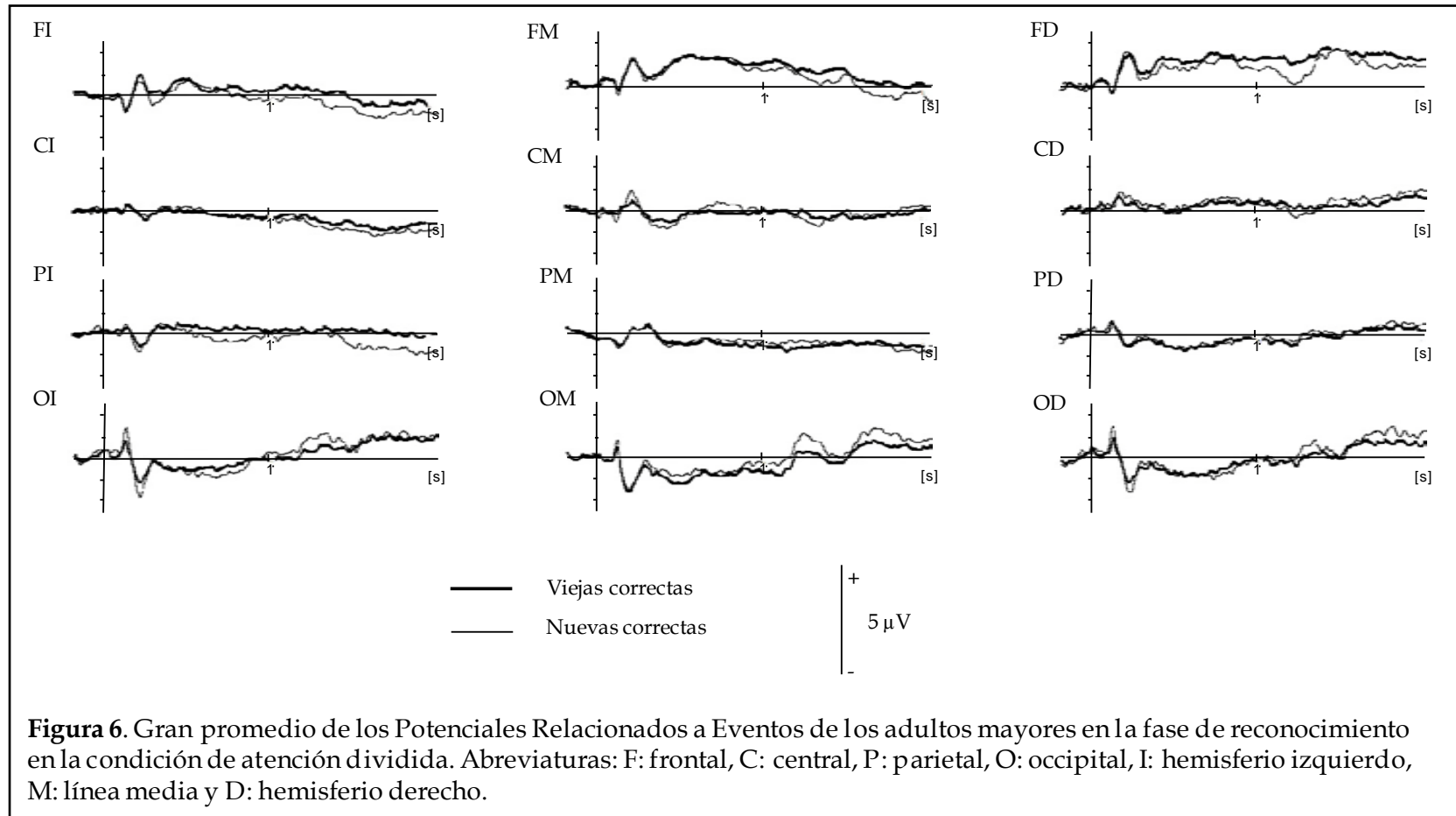
### ***Componente positivo entre los 1300 y 2000 mseg***

En esta ventana de medición el factor tipo de respuesta interaccionó significativamente con el factor posición ( $F_{(3,45)} = 4.12$ ,  $MSE = 1.001$ ,  $p = 0.027$ ,  $\epsilon = 0.659$ ). La amplitud registrada en derivaciones frontales ( $F_{(1,15)} = 7.65$ ,  $MSE = 0.137$ ,  $p = 0.014$ ) y occipitales ( $F_{(1,15)} = 5.19$ ,  $MSE = 0.053$ ,  $p = 0.038$ ) fue mayor ante los estímulos viejos (frontal:  $1.12 \mu V \pm 0.40$ ; occipital:  $-0.31 \mu V \pm 0.46$ ) que la registrada ante los estímulos nuevos (frontal:  $0.76 \mu V \pm 0.44$ ; occipital:  $-0.12 \mu V \pm 0.45$ ).

## **Resultados fisiológicos en adultos mayores**

En la Figuras 5 se muestra el gran promedio de los Potenciales Relacionados a Eventos de los adultos mayores en la condición de atención completa; mientras que en la Figura 6 se presenta la señal electrofisiológica en la condición de atención dividida.





---

### ***Componente negativo entre los 50 y 150 mseg***

En esta ventana de medición se observó una interacción significativa entre los factores condición de atención y posición ( $F_{(3,45)} = 9.21$ ,  $MSE = 0.919$ ,  $p = 0.004$ ,  $\epsilon = 0.583$ ). En el análisis *post hoc* se observó que en derivaciones frontales ( $F_{(1,15)} = 9.87$ ,  $MSE = 0.052$ ,  $p = 0.007$ ), parietales ( $F_{(1,15)} = 10.31$ ,  $MSE = 0.027$ ,  $p = 0.006$ ) y occipitales ( $F_{(1,15)} = 9.52$ ,  $MSE = 0.104$ ,  $p = 0.008$ ) la condición de atención completa (frontal:  $-0.30 \mu V \pm 0.10$ ; parietal:  $0.19 \mu V \pm 0.10$ , occipital:  $0.62 \mu V \pm 0.26$ ) elicito mayor amplitud que la condición de atención dividida (frontal:  $-0.05 \mu V \pm 0.10$ ; parietal:  $-0.001 \mu V \pm 0.07$ , occipital:  $0.27 \mu V \pm 0.18$ ).

### ***Componente positivo entre los 150 y 250 mseg***

El factor tipo de respuesta interaccionó significativamente con el factor región ( $F_{(2,30)} = 4.68$ ,  $MSE = 0.083$ ,  $p = 0.017$ ). En el análisis *post hoc* se encontró que en la línea media ( $F_{(1,15)} = 4.75$ ,  $MSE = 0.006$ ,  $p = 0.046$ ) y en el hemisferio izquierdo ( $F_{(1,15)} = 7.10$ ,  $MSE = 0.007$ ,  $p = 0.018$ ), los estímulos viejos (media:  $0.13 \mu V \pm 0.09$ ; izquierdo:  $-0.33 \mu V \pm 0.19$ ) generaron una mayor amplitud que los estímulos nuevos (media:  $0.07 \mu V \pm 0.10$ ; izquierdo:  $-0.24 \mu V \pm 0.19$ ).

Asimismo, el factor tipo de respuesta interaccionó con el factor posición ( $F_{(2,30)} = 4.68$ ,  $MSE = 0.083$ ,  $p = 0.017$ ). En el análisis *post hoc* se observa que en derivaciones centrales ( $F_{(1,15)} = 10.08$ ,  $MSE = 0.009$ ,  $p = 0.006$ ), las imágenes viejas ( $0.35 \mu V \pm 0.34$ ) elicitaron mayor amplitud positiva que las imágenes nuevas ( $0.25 \mu V \pm 0.32$ ).

---

### ***Componente negativo entre los 250 y 450 mseg***

Los factores posición y tipo de respuesta interactuaron significativamente ( $F_{(3,45)} = 6.45$ ,  $MSE = 2.242$ ,  $p = 0.018$ ,  $\epsilon = 0.378$ ). En el análisis *post hoc* se observó que en derivaciones frontales ( $F_{(1,15)} = 6.07$ ,  $MSE = 0.194$ ,  $p = 0.026$ ) y centrales ( $F_{(1,15)} = 10.36$ ,  $MSE = 0.02$ ,  $p = 0.006$ ) los estímulos viejos (frontal:  $0.70 \mu V \pm 0.27$ ; central:  $0.02 \mu V \pm 0.15$ ) presentaron mayor positividad que los nuevos (frontal:  $0.02 \mu V \pm 0.15$ ; central:  $-0.14 \mu V \pm 0.15$ ). Asimismo, en el área occipital ( $F_{(1,15)} = 7.13$ ,  $MSE = 0.160$ ,  $p = 0.017$ ) se observó mayor amplitud ante las imágenes viejas ( $-0.80 \mu V \pm 0.35$ ) que ante las nuevas ( $0.42 \mu V \pm 0.27$ ).

### ***Componente positivo entre los 450 y 750 mseg***

En esta ventana de medición se observó una interacción significativa ( $F_{(6,90)} = 4.84$ ,  $MSE = 0.279$ ,  $p = 0.006$ ,  $\epsilon = 0.479$ ) entre los factores región, posición y tipo de respuesta. El análisis *post-hoc* reveló que las diferencias significativas se dieron en derivaciones frontales en el hemisferio derecho ( $F_{(1,15)} = 12.60$ ,  $MSE = 0.369$ ,  $p = 0.003$ ) y en la línea media ( $F_{(1,15)} = 9.13$ ,  $MSE = 0.270$ ,  $p = 0.009$ ) así como en electrodos occipitales de la línea media ( $F_{(1,15)} = 5.32$ ,  $MSE = 0.271$ ,  $p = 0.036$ ); en todos ellos, las imágenes viejas (frontal derecho:  $1.01 \mu V \pm 0.43$ ; frontal media:  $1.47 \mu V \pm 0.43$ ; occipital media:  $-1.06 \mu V \pm 0.33$ ) generaron mayor amplitud que las imágenes nuevas (frontal derecho:  $0.25 \mu V \pm 0.32$ ; frontal media:  $0.91 \mu V \pm 0.33$ ; occipital media:  $-0.64 \mu V \pm 0.24$ ).

---

### ***Componente positivo entre los 750 y 1100 mseg***

El factor tipo de respuesta interaccionó significativamente con el factor posición ( $F_{(3,45)} = 8.88, MSE = 1.464, p = 0.004, \varepsilon = 0.441$ ). En derivaciones frontales ( $F_{(1,15)} = 9.64, MSE = 0.158, p = 0.007$ ), centrales ( $F_{(1,15)} = 7.60, MSE = 0.015, p = 0.015$ ), parietales ( $F_{(1,15)} = 5.01, MSE = 0.051, p = 0.041$ ) y occipitales ( $F_{(1,15)} = 9.21, MSE = 0.106, p = 0.008$ ) los estímulos viejos (frontal:  $0.73 \mu V \pm 0.22$ ; central:  $0.17 \mu V \pm 0.19$ ; parietal:  $-0.27 \mu V \pm 0.19$ ; occipital:  $-0.50 \mu V \pm 0.29$ ) generaron mayor amplitud que los estímulos nuevos (frontal:  $0.29 \mu V \pm 0.18$ ; central:  $0.05 \mu V \pm 0.18$ ; parietal:  $-0.09 \mu V \pm 0.17$ ; occipital:  $-0.16 \mu V \pm 0.26$ ).

### ***Componente positivo entre los 1100 y 1300 mseg***

El factor tipo de respuesta o sus interacciones no resultó significativo.

### ***Componente positivo entre los 1300 y 2000 mseg***

La interacción entre los factores posición y tipo de respuesta resultó significativa ( $F_{(3,45)} = 3.96, MSE = 1.462, p = 0.043, \varepsilon = 0.509$ ). En el análisis *post hoc* se observó que en derivaciones frontales las imágenes viejas ( $0.43 \mu V \pm 0.16$ ) generaron mayor positividad que las imágenes nuevas ( $0.08 \mu V \pm 0.20$ ).

---

## Resultados fisiológicos en adultos jóvenes y mayores

En cada grupo de edad se realizó una sustracción de la amplitud obtenida en el factor tipo de respuesta (viejas correctas - nuevas correctas) para aislar el efecto de memoria viejo/nuevo y compararlo directamente entre los grupos de edad.

Se realizaron ANOVAs mixtos en cada una de las ventanas de medición con el diseño: grupo de edad (adultos jóvenes y adultos mayores), condición de atención, región y posición. A continuación se presentan los resultados obtenidos en la única ventana de medición en la que se encontraron diferencias significativas entre los grupos de edad.

### *Componente negativo entre los 50 y 150 mseg*

En esta ventana de medición se observó una interacción significativa ( $F_{(3,90)} = 4.75$ ,  $MSE = 0.635$ ,  $p = 0.017$ ,  $\epsilon = 0.565$ ) entre los factores grupo de edad, condición de atención y posición. En el análisis *post hoc* se encontró que las diferencias únicamente fueron significativas en la condición de atención completa en derivaciones centrales ( $F_{(1,31)} = 8.62$ ,  $p = 0.006$ ), parietales ( $F_{(1,31)} = 4.44$ ,  $p = 0.04$ ) y occipitales ( $F_{(1,31)} = 4.59$ ,  $p = 0.041$ ). Los adultos jóvenes presentaron mayor amplitud en derivaciones centrales ( $-0.14 \mu V \pm 0.07$ ) y parietales ( $0.14 \mu V \pm 0.08$ ) que los adultos mayores (centrales:  $0.11 \mu V \pm 0.06$ ; parietales:  $-0.08 \mu V \pm 0.07$ ); no obstante, el patrón se invirtió en el área occipital ya que los adultos jóvenes ( $0.12 \mu V \pm 0.09$ ) presentaron menor amplitud que los adultos mayores ( $-0.17 \mu V \pm 0.10$ ).



---

## Discusión

Uno de los objetivos de este experimento fue determinar si el reconocimiento se modifica cuando los sujetos tienen que realizar una (atención completa) o dos (atención dividida) tareas simultáneamente. La tarea de codificación se realizó en condiciones de atención completa y no se observaron diferencias significativas en el porcentaje de respuestas correctas entre los adultos jóvenes y mayores. Este resultado era de esperarse y confirma que la adquisición de la información se lleva a cabo de manera equivalente entre la condición control (AC/AC) y la experimental (AC/AD). A su vez, este hallazgo concuerda con estudios previos (Allen *et al.*, 2002; Balota *et al.*, 2000; Nilsson, 2003; Piolino *et al.*, 2002; Verhaeghen y Salthouse, 1997) en los que se ha reportado que la memoria semántica se preserva con la edad, la cual fue evaluada en este estudio a través de una tarea de clasificación (natural/artificial) de las imágenes.

En la fase de recuperación se buscó determinar si la reducción en los recursos de atención, mediante una condición de atención dividida, afecta o no el reconocimiento de información episódica. En algunos estudios ( Craik *et al.*, 1996; Iidaka *et al.*, 2000; Naveh-Benjamin *et al.*, 1998; Naveh-Benjamin y Guez 2000) se encontró que la recuperación es un proceso inmune a las demandas de atención mientras que en otros (*e.g.* Fernandes y Moscovitch, 2000, 2002, 2003; Fernandes *et al.*, 2004, 2005) no fue así. Debido a la manipulación experimental que se realizó en este estudio en el que la que la proporción de estímulos presentados en cada condición de atención fue diferente (proporción 1:2) tanto en jóvenes como en

---

---

adultos mayores no se observaron diferencias significativas entre las condiciones de atención en el porcentaje de reconocimiento. No obstante, no es posible afirmar que el reconocimiento sea un proceso inmune a la división de la atención, ya que se ha reportado (*e.g.* Naveh-Benjamin *et al.*, 2000; Troyer y Craik, 2000) que los costos (que incluyen la medición del porcentaje de respuestas correctas y de los tiempos de reacción) producidos por una condición de atención dividida se deben evaluar tanto en la tarea de memoria como en la tarea concurrente. Como en estudios previos (*e.g.* Anderson, 1999; Naveh-Benjamin *et al.*, 1998), en el presente experimento se observó que en el reconocimiento, los tiempos de reacción en la condición de atención dividida fueron mayores que en la condición de atención completa, por lo tanto, sí se presentó un costo asociado a la división de la atención y debido a esto, no es posible considerar que el reconocimiento es inmune a la manipulación de la atención.

Un segundo objetivo fue establecer si la memoria episódica difiere entre los grupos de edad cuando se manipula la atención. Se encontró que ambos grupos presentaron un índice de discriminación alto y una tendencia de respuesta conservadora. Estos resultados no concuerdan con lo reportado en estudios previos en los que se observa que los adultos mayores son más sensibles a la interferencia (*e.g.* Dywan *et al.*, 2001; Friedman *et al.*, 1998), presentan menor ejecución en las tareas de atención dividida que los jóvenes (Verhaeghen y Cerella, 2002, Verhaeghen *et al.*, 2003) y responden de forma liberal en tareas de reconocimiento (Huh *et al.*, 2006). No obstante, este resultado se puede explicar por

---

---

la manipulación experimental y por la ejecución en la tarea concurrente.

El paradigma que se utilizó en este estudio para evaluar la memoria episódica, el de reconocimiento, se ha reportado que no es tan demandante para los adultos mayores (*e.g.* Craik y McDowd, 1987) y por lo tanto, no se esperaban diferencias en la condición de atención completa. Asimismo, no se esperaban diferencias entre los grupos de edad en la condición de atención dividida por la segmentación de la tarea que se realizó en este estudio. En primer lugar se procuró que la ejecución de ambos grupos fuera superior al nivel de azar en ambas condiciones de atención (principalmente en los adultos mayores) y que en ninguna condición apareciera una ejecución “techo” (especialmente en los adultos jóvenes), para ello, se decidió segmentar la tarea de forma diferente. En la condición de atención dividida la proporción fue de 1:3, es decir, mientras los adultos jóvenes realizaron la tarea en dos bloques, los adultos mayores la realizaron en seis. La creación de un número mayor de bloques, y por ende un número menor de estímulos a recordar, probablemente facilitó la tarea en los adultos mayores y debido a esto es que obtuvieron un porcentaje de reconocimiento equivalente al de los adultos jóvenes y superior (70%) al nivel de azar. Es importante recordar que el objetivo de la segmentación también fue el de igualar la dificultad de la tarea entre los grupos de edad y las condiciones de atención con el fin de eliminar la posible interferencia de la variable ‘dificultad’ al comparar la señal electrofisiológica a través de los PRE.

Otra variable que pudo haber influido en la ausencia de diferencias en el porcentaje de reconocimiento entre grupos de edad y condiciones de atención fue

---

---

la fase de práctica. En este experimento, ambos grupos fueron sometidos a una sesión de entrenamiento con el fin de que se familiarizaran con la tarea y la forma de emitir su respuesta. En la literatura, se ha reportado que en condiciones de atención completa (Cherry y Jones, 1999) y de atención dividida (Hazeltine *et al.*, 2002; Lien *et al.*, 2006), tanto adultos jóvenes como mayores se benefician de una fase de práctica. Otro de los beneficios obtenidos con el entrenamiento fue una reducción de los niveles de ansiedad (reporte verbal) en los adultos mayores, lo cual probablemente favoreció la ejecución de la tarea, debido a que se ha observado una correlación negativa entre la ejecución correcta de una tarea bajo condiciones de atención dividida y los niveles de ansiedad (Hogan, 2003).

Se ha reportado que en el envejecimiento la capacidad de atención disminuye (Kok, 2000) y aunque en el presente estudio no se encontraron diferencias en el porcentaje de reconocimiento entre los grupos en la condición de atención dividida, esto no es un resultado contradictorio. En la tarea concurrente sí hubo diferencias significativas entre los adultos jóvenes y los adultos mayores, tanto en el porcentaje para proporcionar dos respuestas como en el porcentaje de respuestas correctas, siendo los adultos jóvenes los que tuvieron una mejor ejecución. Esto sugiere que los adultos mayores decidieron enfatizar sus recursos en la tarea de memoria o contestar primero a ella, lo cual se puede observar en los tiempos de reacción. Este resultado concuerda con los estudios conductuales (Anderson *et al.*, 1998; Anderson *et al.*, 2000; Naveh-Benjamin *et al.*, 2005; Park *et al.*, 1989;) y con el estudio fisiológico realizado por Fernandes *et al.* (2006), en el que los adultos

---

---

mayores en condiciones de atención dividida presentaron un incremento en la activación de la corteza prefrontal dorsolateral. Los autores de este estudio sugirieron que esta activación puede reflejar la decisión de los adultos mayores de enfatizar la tarea de memoria, aunque esto represente un decremento en la ejecución correcta de la tarea distractora o concurrente.

En los PRE registrados en los adultos jóvenes se presentaron los componentes asociados con la familiaridad y la recolección. El efecto de familiaridad se observó en la ventana comprendida entre los 250 y 450 mseg con una distribución frontal mientras que el componente asociado con la recolección consistió en una onda positiva entre los 450 y 800 mseg con mayor amplitud para los estímulos viejos en comparación con los estímulos nuevos con una amplia distribución. En la condición de atención completa, el proceso de recolección se observó en regiones frontales en el hemisferio derecho y en la línea media mientras que en la condición de atención dividida, el efecto se presentó en derivaciones frontales y centrales. Asimismo, en los componentes tardíos (750 a 2000 mseg) se observó mayor amplitud ante los estímulos viejos en comparación con los nuevos y esto concuerda con lo reportado por Friedman, Berman, Hamberger en 1993 (cit. en Friedman, 2000), aunque en su estudio esta diferencia de amplitud se observó a partir de los 1200 mseg post-estímulo. Se ha reportado que el componente P600 (400-800 mseg) se presenta en el hemisferio izquierdo, predominantemente en regiones parietales y occipitales (*e.g.* Wilding y Rugg, 1996); sin embargo, en el presente estudio este efecto se presentó con una amplia distribución, en condiciones de atención

---

---

dividida, principalmente en el hemisferio derecho y línea media, desde derivaciones anteriores hasta posteriores.

En los adultos mayores se observaron los efectos asociados a los procesos de familiaridad y de recolección, sin embargo, no se encontraron diferencias significativas en función de la condición de atención. Es importante recordar que, hasta donde es de nuestro conocimiento, no existen en la literatura estudios con la técnica de PRE en los que se haya registrado a una muestra de adultos mayores en condiciones de atención dividida durante una tarea de memoria episódica. Al no contar con antecedentes similares, los resultados del presente estudio se interpretarán en función de lo que se ha reportado en estudios de reconocimiento en condiciones de atención completa. En el caso del primer componente, los estímulos nuevos clasificados correctamente generan una mayor negatividad que los estímulos viejos aproximadamente a los 400 mseg post-estímulo en regiones centrales y frontales del hemisferio izquierdo (*e.g.* Curran, 2000; Friedman, 2000). El primer componente, asociado con familiaridad, se presentó ya que se observó que entre los 250 y 450 mseg las imágenes nuevas generaron una mayor amplitud negativa que las imágenes viejas en derivaciones frontales y centrales, no obstante, no se observó una lateralización. El segundo componente del efecto viejo/nuevo, el asociado con la recolección (400-800 mseg), sí se observó en los adultos mayores, sin embargo, la distribución fue diferente a lo esperado. En el presente estudio el efecto se hizo presente en el hemisferio derecho, en regiones frontales; mientras que en la línea media en regiones frontales y occipitales. En diversos estudios (*e.g.*

---

---

Mark y Rugg, 1998; Wegesin *et al.*, 2002;) se ha observado que la distribución máxima del efecto se observa en regiones parietales y posteriores del hemisferio izquierdo aunque en otros estudios (Téllez-Alanís, 2004; Van Petten y Senkfor, 1996;) se ha reportado que se distribuye ampliamente. En nuestro estudio el efecto sí se presentó en regiones posteriores, aunque de forma bilateral; no obstante en regiones parietales el efecto está ausente y en su lugar se observa en regiones frontales, Este componente en regiones frontales también se ha asociado a un proceso de recolección (*e.g.* Curran, 2004), de recuperación contextual (*e.g.* Cycowicz *et al.*, 2001; Van Petten *et al.*, 2000;) y de reconocimiento de imágenes (Schloerscheidt y Rugg, 1997).

El tercer propósito de este experimento fue determinar si existían diferencias en los componentes asociados al efecto viejo/nuevo entre los grupos de edad al dividir la atención. Se planteó la hipótesis de que no se presentarían diferencias en la amplitud de este efecto entre los grupos de edad debido a que en algunos estudios (*e.g.* Friedman, Berman, Hamberger en 1993 (cit. en Friedman, 2000); Mark y Rugg, 1998; Téllez-Alanís, 2004) realizados en condiciones de atención completa no hay diferencias en la amplitud. La hipótesis se cumplió debido a que únicamente se encontraron diferencias entre los grupos de edad en la primera ventana de medición (50-150 mseg) y cuyo componente está relacionado con el proceso de atención. En los PRE de esta ventana se registró el componente N100 y se observó que los grupos de edad difirieron únicamente en condiciones de atención completa. Los adultos jóvenes presentaron mayor amplitud que los adultos

---

---

mayores en derivaciones centrales y parietales, no obstante, el patrón se invirtió en electrodos occipitales. Se ha reportado (*e.g.* Friedman, 1995; Kok, 1997, 2001) que la amplitud de este componente incrementa cuando los estímulos son atendidos y que presenta una distribución central y frontal en respuesta al cambio en estímulos auditivos (Alain y Arnott, 2000; Friedman, 1995; Kok, 2000; Otten *et al.*, 2000) y en estímulos visuales (Näätänen y Alho, 1995). No obstante, estas diferencias en la amplitud no se manifestaron de forma conductual debido a que el porcentaje de reconocimiento fue equivalente entre los grupos de edad y las condiciones de atención. En estudios de neuroimagen (Iidaka *et al.*, 2000; Loose *et al.*, 2003;) se ha sugerido que la atención no siempre implica un incremento en la actividad cerebral sino que también se debe observar algún decremento. Con base en esto, se puede sugerir que el hecho de que los adultos mayores presentaran menor amplitud en la condición de atención completa podría significar que dirigieron sus recursos de atención (Kok, 2000) únicamente al procesamiento del estímulo, ya que la disminución en la amplitud del componente N100 no se puede atribuir al envejecimiento. Se ha reportado (*e.g.* Friedman, 1995; Iragui *et al.*, 1993; Onojrf *et al.*, 2001) que este componente se preserva con la edad aunque se han observado pequeños cambios en la latencia.

En resumen, los resultados del presente experimento mostraron que el reconocimiento no es inmune a la división de la atención y que sus efectos se observan en los tiempos de reacción de la tarea de memoria. Asimismo, la división de la atención no generó diferencias entre adultos jóvenes y mayores en el

---



---

porcentaje de reconocimiento ni en la actividad electrofisiológica asociada a este proceso, sin embargo, sí se observaron diferencias en el porcentaje de respuestas correctas de la tarea concurrente. Esto sugiere que cuando la dificultad de la tarea de memoria es equivalente entre los grupos de edad, los adultos mayores pueden alcanzar una ejecución equivalente a la de los adultos jóvenes, sin embargo, esto lo hacen a costa de una disminución en la tarea concurrente, ya que como se observó en este estudio, los adultos mayores decidieron dirigir sus recursos de atención a la realización de la tarea de memoria y sacrificar su desempeño en la tarea concurrente. Finalmente, en los PRE de adultos jóvenes y mayores, en condiciones de atención dividida, se observó el segundo componente del efecto viejo/nuevo, que se ha asociado al proceso de recolección, no obstante, este no difirió entre los grupos de edad.

---

## Experimento 2

### Atención dividida en la fase de codificación

Cuando la codificación de información episódica se realiza bajo condiciones de atención dividida se ha encontrado que tanto adultos jóvenes como mayores presentan una reducción significativa en la recuperación de información episódica (*e.g.* Baddeley *et al.*, 1984; Craik *et al.*, 1996, 1998; Naveh-Benjamin *et al.*, 2000; Naveh-Benjamin *et al.*, 2003). Esto ocurre incluso en tareas de baja demanda (*e.g.* Craik y McDowd, 1987), como en la tarea de reconocimiento en adultos jóvenes (Craik *et al.*, 1996) y mayores (Naveh-Benjamin *et al.*, 1998). Se ha sugerido que esto puede deberse a una adquisición inefectiva de la información debido a la competencia de recursos en situaciones de atención dividida (Kok, 2000).

El objetivo del presente experimento fue evaluar si aún después de haber igualado la dificultad de la tarea entre los grupos de edad y de provocar una codificación profunda de la información a través de una tarea de clasificación semántica, el dividir la atención durante esta fase genera diferencias en el reconocimiento entre adultos jóvenes y mayores. Asimismo, la dificultad de la tarea se controló, al igual que en el Experimento 1, a través de dividir en mayor número de bloques la condición de atención dividida que la completa para obtener una ejecución por arriba del azar en ambas condiciones. Del mismo modo, se realizó una fase de práctica para que los sujetos se familiarizaran con la acción de proporcionar dos respuestas (condición de atención dividida). En la fase de codificación los sujetos

---

---

tuvieron que realizar una clasificación semántica (natural/artificial) de las imágenes que en estudios previos (*e.g.* Téllez-Alanís y Cansino, 2004) se ha reportado promueve un análisis profundo de la información. Debido a la manipulación experimental, diferente número de bloques entre condiciones de atención y grupos de edad, no se esperan diferencias en el porcentaje de reconocimiento entre los adultos jóvenes y los adultos mayores en ninguna de las condiciones de atención. No obstante, se espera que la competencia por los recursos de atención produzca un decremento en la ejecución correcta de la tarea de clasificación semántica entre condiciones de atención.

Asimismo, se espera que el porcentaje de respuestas correctas a la tarea concurrente sea menor en los adultos mayores que en los adultos jóvenes debido a que se ha reportado que el sistema arriba-abajo y abajo-arriba interactúan para que el sujeto pueda atender a la información relevante que le permitirá realizar una tarea (Whiting *et al.*, 2005), sin embargo, el funcionamiento correcto del sistema arriba-abajo (responsable del control endógeno de la atención) y la capacidad de atención (Kok, 2000) disminuyen en el envejecimiento.

Un segundo objetivo del presente experimento fue determinar si dividir la atención en la fase de codificación afecta más al reconocimiento que dividirla durante la recuperación, o por el contrario el efecto es mayor si se divide la atención durante el reconocimiento, o si los efectos son equivalentes en ambas fases. Para contestar esta pregunta se analizó el desempeño de los sujetos durante

---

---

el reconocimiento y en la tarea concurrente en ambos grupos de edad y en ambos Experimentos (Experimento 1: Atención dividida en la recuperación; Experimento 2: Atención dividida en la codificación). Se espera que el porcentaje de reconocimiento sea menor cuando la atención se manipuló en la fase de codificación y que el decremento sea más significativo en los adultos mayores que en los adultos jóvenes. Los resultados de este análisis se presentan al final de la sección de Resultados del Experimento 2 y se discuten en la sección de Discusión General.

## Método

### Sujetos

Participaron 41 sujetos diestros con una agudeza visual normal o corregida a lo normal, 21 adultos mayores (11 mujeres y 10 hombres) con un rango de edad entre 61-73 años y 20 adultos jóvenes (10 hombres y 10 mujeres) con un rango de edad entre 21-30 años. Únicamente se analizaron los datos de 32 sujetos: 16 adultos mayores (8 mujeres) (media  $\pm$  desviación estándar: 65.81 años  $\pm$  3.25) y 16 adultos jóvenes (8 mujeres) (23.62 años  $\pm$  2.63) debido a que el resto de los participantes tuvo una ejecución al nivel de azar o su porcentaje para proporcionar dos respuestas en la condición de atención dividida fue insuficiente.

Los criterios de inclusión y exclusión fueron los mismos que se utilizaron y que previamente se describieron en el Experimento 1. Los grupos de adultos jóvenes y mayores no difirieron significativamente en años de estudio ( $t(30) = 0.03, p = 0.98$ )

ni en el puntaje normalizado obtenido en la subescala de Vocabulario ( $t(30) = 0.11$ ,  $p = 0.91$ ). No se encontraron diferencias en los puntajes obtenidos por los dos grupos de edad en la escala Minimental de Folstein ( $U = 120$ ,  $p = 0.78$ ) ni en el Inventario de Beck ( $U = 121$ ,  $p = 0.81$ ). En la Tabla 5 se presentan los puntajes obtenidos en estos instrumentos en los adultos jóvenes y mayores.

**Tabla 5.** Media y desviación estándar de los años de estudio y de los puntajes normalizados obtenidos en la subescala de vocabulario del WAIS. Asimismo, mediana y rango intercuartil de los puntajes obtenidos en el Inventario de Depresión de Beck y en la Escala Minimental.

	<b>Escolaridad (años)</b>	<b>WAIS (puntaje normalizado)</b>	<b>Minimental de Folstein</b>	<b>Inventario de Beck</b>
<b>Adultos jóvenes</b>	16.3 (2.4)	13.8 (1.6)	29 (3)	3.5 (15)
<b>Adultos mayores</b>	16.2 (3.1)	13.8 (1.5)	29 (3)	4 (16)

### **Instrumentos**

Se utilizaron las pruebas descritas en el Experimento 1: Subescala de Vocabulario de la Prueba de Inteligencia Wechsler para Adultos (WAIS-R) en Español (Wechsler, 1981), la Prueba de Estado Mental (Folstein *et al.*, 1975) y el Inventario de Depresión de Beck (Beck *et al.*, 1961).

### **Aparatos**

Los mismos que se describieron en el Experimento 1.

---

## **Estímulos**

Se utilizaron las 592 imágenes del Experimento 1. La forma de presentación y la duración de los estímulos en la tarea de memoria y en la tarea concurrente son idénticas a las del Experimento 1.

## **Procedimiento**

Los sujetos realizaron dos condiciones experimentales: atención completa y atención dividida. En la condición de atención completa en la codificación y en el reconocimiento (AC/AC), los sujetos realizaron una sola tarea en cada fase: en la codificación, indicar si la imagen representaba un objeto natural o artificial, y en la de reconocimiento, indicar si la imagen era vieja (presentada previamente en la fase de codificación) o nueva. En la condición de atención dividida (AD/AC), los sujetos realizaron además de la tarea de clasificación semántica, la de indicar si el cuadrado alrededor de la imagen cambió o no de color (Figura 1). El procedimiento y la segmentación de los bloques (Tabla 2) fueron idénticos a los descritos en el Experimento 1.

## **Análisis de datos**

En la fase de codificación se emplearon análisis de varianza mixtos para evaluar el porcentaje de respuestas correctas, así como sus tiempos de reacción. Se utilizó un diseño que incluyó los factores grupos de edad (adultos jóvenes y mayores) y condición experimental (atención dividida y atención completa).

---

El reconocimiento y los tiempos de reacción se evaluaron mediante el uso de ANOVAs mixtos que incluyeron los factores grupo y condición experimental por cada tipo de respuesta (imágenes viejas correctas e imágenes nuevas correctas).

## Resultados

El porcentaje de respuestas correctas durante la fase de codificación (tarea semántica) se analizó mediante un análisis de varianza mixto con un diseño que incluyó los factores grupo de edad y condición de atención. El factor grupo resultó significativo ( $F_{(1, 30)} = 6.10$ ,  $MSE = 10.27$ ,  $p = 0.02$ ) lo que nos indica que la clasificación semántica en los adultos jóvenes fue más exacta (Media  $\pm$  error estándar:  $96.6\% \pm 0.6$ ) que en los adultos mayores ( $94.6\% \pm 0.6$ ). Asimismo, el factor condición de atención resultó significativo ( $F_{(1, 30)} = 7.54$ ,  $MSE = 14.41$ ,  $p = 0.01$ ). El porcentaje de respuestas correctas fue mayor en la condición de atención completa ( $96.9\% \pm 0.4$ ) que en la condición de atención dividida ( $94.3\% \pm 0.8$ ). En el análisis de los tiempos de reacción el factor condición de atención ( $F_{(1, 30)} = 37.26$ ,  $MSE = 123926$ ,  $p < 0.0001$ ) resultó significativo. Los tiempos de reacción fueron más rápidos en la condición de atención completa ( $997 \text{ mseg} \pm 46$ ) que en la condición de atención dividida ( $1535 \text{ mseg} \pm 87$ ).

En la Tabla 6 se muestran las medias de los porcentajes de respuestas y los tiempos de reacción obtenidos en ambos grupos de edad en la fase de reconocimiento. No se encontraron diferencias significativas entre los grupos de edad ni entre las condiciones de atención (fase de codificación en condiciones de atención completa

---

---

y dividida). Tampoco los análisis de los porcentajes de reconocimiento corregido ni de los porcentajes de respuestas nuevas corregidos resultaron significativos. No obstante el análisis del porcentaje de reconocimiento fue significativo para el factor condición de atención ( $F_{(1,30)} = 10.63, MSE = 91.22, p = 0.003$ ). El reconocimiento se vio más afectado cuando se dividió la atención en la codificación ( $65.0\% \pm 1.7$ ) que cuando se adquirió la información en condiciones de atención completa ( $72.8\% \pm 2.1$ ). El análisis de los tiempos de reacción no resultó significativo.

En la Tabla 7 se presentan las medias de los índices de discriminación y tendencia para ambos grupos de edad en las dos condiciones de atención. El análisis del índice de discriminación resultó significativo para el factor condición de atención ( $F_{(1, 30)} = 10.63, MSE = 0.009, p = 0.003$ ). La discriminación fue mayor en la condición de atención completa ( $0.73 \pm 0.02$ ) que en la condición de atención dividida ( $0.65 \pm 0.02$ ).



**Tabla 6.** Atención dividida en la codificación. Media del porcentaje de respuestas correctas (%) y de los tiempos de reacción (mseg) en la fase de codificación y de reconocimiento en ambas condiciones de atención (completa y dividida) y en ambos grupos de edad. Desviaciones estándar entre paréntesis.

		Adultos jóvenes		Adultos mayores	
		Atención completa	Atención dividida	Atención completa	Atención dividida
Reconocimiento	Media	80.9 (10.5)	74.8 (10.2)	82.6 (9.4)	72.5 (8.3)
	TR	1086 (317)	1137 (314)	1074 (182)	1137 (230)
Viejas incorrectas	Media	15.7 (10.3)	19.0 (9.7)	12.3 (8.2)	17.9 (7.9)
	TR	1341 (417)	1377 (334)	1440 (407)	1330 (263)
Nuevas correctas o rechazos correctos	Media	90.3 (5.8)	89.7 (6.2)	89.5 (6.3)	91.4 (5.1)
	TR	1095 (277)	1141 (254)	115 (185)	1102 (251)
Nuevas incorrectas o falsas alarmas	Media	8.8 (5.4)	9.9 (5.9)	9.2 (6.0)	7.5 (4.9)
	TR	1345 (597)	1466 (360)	1469 (551)	1474 (422)
Reconocimiento – falsas alarmas	Media	72.1 (12.5)	65.0 (11.1)	73.4 (11.8)	65.0 (7.5)
Nuevas correctas – viejas incorrectas	Media	74.5 (11.8)	70.8 (10.5)	77.1 (11.0)	73.5 (7.1)

Tabla 7. Media de los índices  $P_r$  y  $B_r$  en la condición de atención completa y de atención dividida en ambos grupos.

	<b>Adultos jóvenes</b>	<b>Adultos mayores</b>
	Atención completa	Atención dividida
Índice de discriminación ( $P_r$ )	0.72 (0.12)	0.65 (0.11)
Índice de tendencia ( $B_r$ )	0.13 (0.08)	0.17 (0.12)

Como se describió, en la condición de atención dividida los sujetos realizaron dos tareas y los ensayos en los que no brindaron su respuesta a una de ellas se eliminaron del análisis. No se encontró una diferencia significativa en el porcentaje de dos respuestas ( $t(30) = 1.11, p = 0.28$ ) entre adultos jóvenes ( $96.3\% \pm 1.1$ ) y mayores ( $94.5\% \pm 1.2$ ). Sin embargo, se presentó una diferencia significativa en el porcentaje de respuestas correctas ( $t(30) = 5.85, p < 0.0001$ ) y en los tiempos de reacción ( $t(30) = -2.74, p = 0.01$ ) entre los grupos de edad. Los adultos jóvenes fueron más precisos ( $94.7\% \pm 0.8$ ) y emitieron su respuesta más rápido ( $1917 \text{ msec} \pm 74$ ) que los adultos mayores (respuestas correctas:  $75.7\% \pm 3.2$  y tiempo de reacción:  $2258 \text{ msec} \pm 100$ ). En la tarea concurrente, el cuadrado cambió de color sólo en el 50% de los ensayos. La ejecución para esta condición fue analizada mediante un diseño que incluyó los factores grupo de edad y tipo (el cuadrado cambió o no de color durante el ensayo). No se observó un resultado significativo en el porcentaje de respuestas correctas ( $F(1, 30) = 1.16, MSE = 10.61, p = 0.29$ ) ni en los tiempos de reacción ( $F(1, 30) = 0.02, MSE = 2519, p = 0.90$ ).

---

## Atención dividida en la codificación vs atención dividida en la recuperación

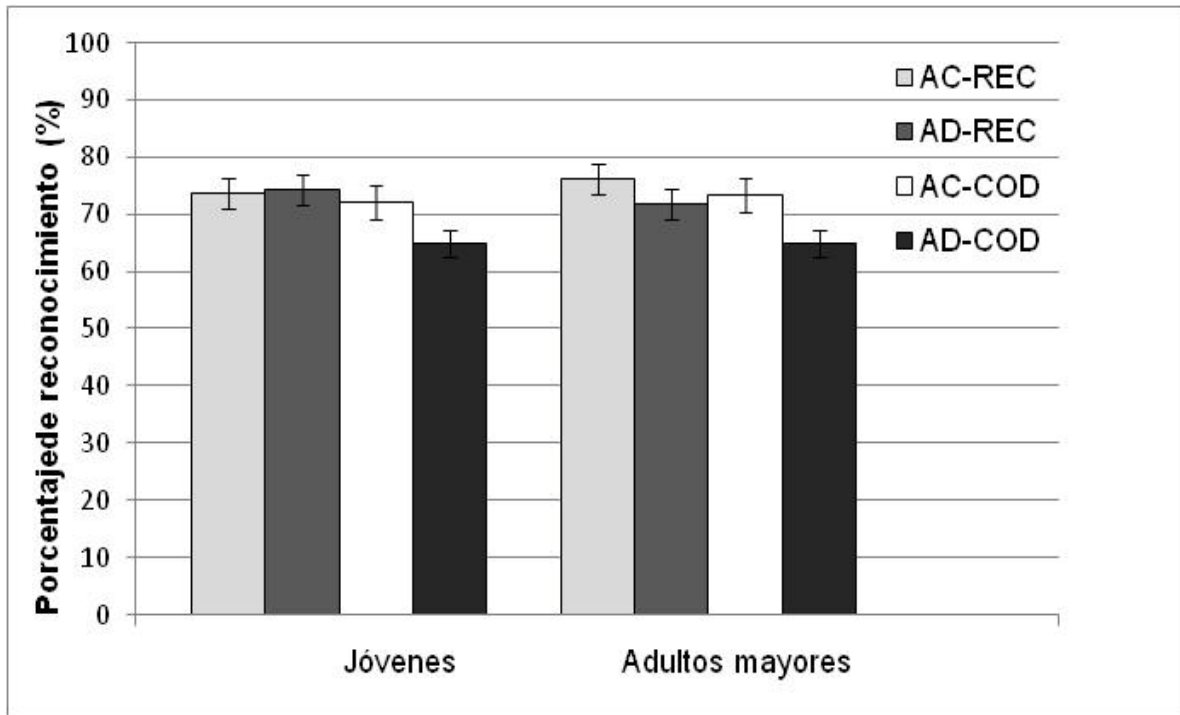
Para determinar si el porcentaje de reconocimiento difiere en función de la fase en la cual se manipuló la atención (Figura 7), se realizó un ANOVA mixto que incluyó los factores: grupo de edad (adultos jóvenes y mayores), experimento (Experimento 1 [atención dividida en la recuperación] y Experimento 2 [atención dividida en la codificación]) y condición de atención (completa y dividida). El factor experimento resultó significativo ( $F_{(1, 30)} = 6.99$ ,  $MSE = 123.56$ ,  $p = 0.013$ ). El porcentaje de reconocimiento fue mayor cuando se manipuló la atención en la fase de recuperación (Experimento 1:  $74.1\% \pm 1.5$ ) que cuando se manipuló en la fase de codificación (Experimento 2:  $68.9\% \pm 1.5$ ). Asimismo, el factor condición de atención ( $F_{(1, 30)} = 8.68$ ,  $MSE = 86.01$ ,  $p = 0.006$ ) fue significativo. El porcentaje de reconocimiento fue menor en la condición de atención dividida ( $69.1\% \pm 1.4$ ) que en la condición de atención completa ( $73.9\% \pm 1.4$ ).

Para determinar si la manipulación de la atención generó diferencias entre los experimentos en la tarea concurrente, se realizó un ANOVA mixto del porcentaje de respuestas correctas y de los tiempos de reacción con los factores: grupo de edad y experimento. El factor grupo resultó significativo tanto para el porcentaje de respuestas correctas ( $F_{(1, 30)} = 47.94$ ,  $MSE = 176.48$ ,  $p < 0.0001$ ) como para los tiempos de reacción ( $F_{(1, 30)} = 7.06$ ,  $MSE = 161618$ ,  $p = 0.013$ ). Los adultos jóvenes fueron más precisos ( $94.2\% \pm 2.4$ ) y emitieron su respuesta más rápido ( $1955 \text{ mseg} \pm 71$ ) que los adultos mayores (respuestas correctas:  $71.2\% \pm 2.4$ ; tiempo de

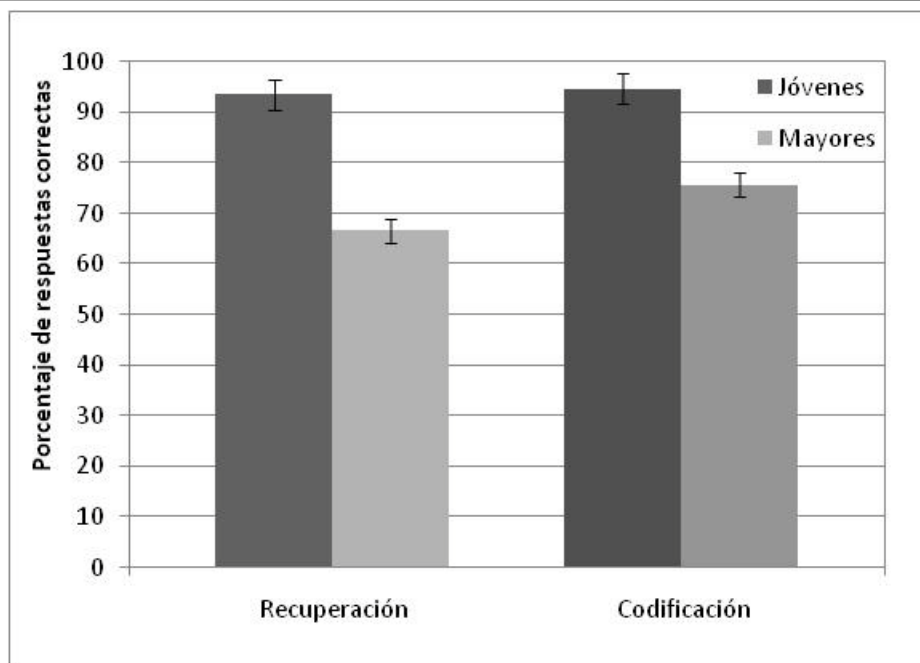
---

---

reacción: 2222 msec  $\pm$  71). En la Figura 8 se muestra el porcentaje de respuestas correctas en la tarea concurrente.



**Figura 7.** Porcentaje de reconocimiento (%) en adultos jóvenes y mayores en el Experimento 1 (Manipulación de la atención en la fase de recuperación, REC) y en el Experimento 2 (Manipulación de la atención durante la fase de codificación, COD), en las condiciones de atención completa (AC) y dividida (AD).



**Figura 8.** Porcentaje de respuestas correctas en la tarea concurrente (discriminación visual) cuando la atención se manipuló en la Recuperación (Experimento 1) o en la Codificación (Experimento 2), en adultos jóvenes y mayores.

## Discusión

Uno de los objetivos de este experimento fue determinar si el reconocimiento difiere cuando la adquisición de información se realiza en condiciones de atención completa en comparación con una condición de atención dividida (tarea concurrente). Asimismo, determinar si el reconocimiento difiere, entre los grupos de edad, en ambas o sólo en una de estas condiciones de atención.

En la codificación, el porcentaje de respuestas correctas fue mayor en la condición de atención completa que en la de atención dividida, además, los adultos jóvenes fueron más precisos que los adultos mayores. Estas diferencias en ejecución durante la tarea de clasificación semántica proporcionan una posible explicación

---

de los resultados obtenidos en la fase de recuperación. En primer lugar es relevante el hecho de que en ambos grupos se cometieron más errores al codificar las imágenes en condiciones de atención dividida que completa, lo que indica que una proporción mayor de imágenes no recibieron plena atención en la condición de atención dividida. Se ha reportado que la codificación superficial o inefectiva genera una disminución en la recuperación episódica (Li *et al.*, 2004). En el presente experimento se buscó que tanto adultos jóvenes como mayores realizarán una codificación profunda de la información a través de una tarea de clasificación semántica que se ha demostrado (Téllez-Alanís y Cansino, 2004) favorece el reconocimiento. Sin embargo, como se esperaba, la tarea concurrente compitió con la tarea de memoria por los recursos de atención (Kok, 2001), lo que produjo un menor desempeño de los sujetos en la tarea semántica y probablemente, una adquisición inefectiva de la información en la condición de atención dividida.

En la fase de codificación también se observó un menor porcentaje de respuestas correctas en los adultos mayores que en los adultos jóvenes, tanto en la tarea de clasificación semántica como en la concurrente. Este hallazgo coincide con los reportados en estudios previos (*e.g.* Naveh-Benjamin *et al.*, 2000; Naveh-Benjamin, *et al.* 2003; Naveh-Benjamin *et al.*, 2004; Troyer y Craik, 2000), en los que también se ha observado un menor desempeño de los sujetos en la tarea de memoria cuando ésta se realiza en condiciones de atención dividida que cuando se lleva a cabo en condiciones de atención completa. Asimismo, las diferencias entre adultos jóvenes

---

y mayores en la tarea de memoria y la tarea concurrente confirman los resultados de otros estudios en los que se ha observado que cuando se realizan dos tareas simultáneamente, disminuye el porcentaje de respuestas correctas y se incrementan los tiempos de reacción, principalmente en los adultos mayores (Salthouse, 1996; Salthouse y Miles, 2002, Verhaeghen y Cerella, 2002, Verhaeghen *et al.*, 2003). Sin embargo, no se observaron diferencias en el porcentaje de reconocimiento entre los grupos de edad, por lo que no es posible afirmar que la adquisición de la información fue diferente entre los adultos jóvenes y mayores.

Uno de los objetivos del presente experimento fue determinar si el reconocimiento difiere en función de si la información se adquiere en condiciones de atención completa o dividida. Los resultados revelaron que efectivamente, el reconocimiento fue menor cuando la información se adquirió en condiciones de atención dividida que cuando se adquirió en condiciones de atención completa. El presente hallazgo replica el de varios estudios (*e.g.* Baddeley *et al.*, 1984; Craik *et al.*, 1996; Craik *et al.*, 2000; Curran, 2004; Fernandes y Moscovitch, 2000; Gardiner y Parkin, 1990; Iidaka *et al.* 2000; Naveh-Benjamin *et al.*, 2000). Por lo tanto, la realización de una tarea concurrente interfirió en los procesos de codificación independientemente de la edad de los sujetos.

Otro objetivo del presente estudio fue determinar si el reconocimiento difería entre los grupos de edad. En estudios previos (Castel y Craik, 2003; Naveh-Benjamin *et al.*, 2004; Naveh-Benjamin *et al.*, 2005; Park *et al.*, 1989; Whiting, 2003) se ha

---

---

reportado una disminución en la ejecución correcta en tareas de memoria en los adultos mayores en comparación con los jóvenes. Sin embargo, en el presente estudio no se observaron diferencias en el reconocimiento en función del grupo de edad debido a la manipulación experimental. Del mismo modo que en el Experimento 1, ambos grupos realizaron las condiciones experimentales con un número diferente de estímulos en cada bloque, siendo menor el número de imágenes en cada bloque en la condición de atención dividida que en la condición de atención completa. A su vez, los adultos mayores realizaron bloques con menos estímulos en ambas condiciones de atención. Esta medida se llevo a cabo para reducir la carga de trabajo y mantener niveles de ejecución por arriba del azar entre grupos y condiciones de atención. De esta forma los efectos de dividir la atención pudieron ser comparados entre los grupos bajo condiciones equivalentes. Los resultados, por lo tanto indican que a pesar de que se igualó la dificultad entre las condiciones de atención, los efectos de la tarea concurrente se manifestaron en el desempeño de los sujetos en la tarea de memoria, pero estos efectos fueron equivalentes en ambos grupos de edad.

Lo anterior indica que bajo condiciones de complejidad y esfuerzo equivalente, los adultos mayores mantienen el mismo desempeño que los adultos jóvenes, y su memoria se afecta en forma equivalente cuando la información es codificada en condiciones de atención dividida. No obstante, sí se encontraron diferencias entre los grupos de edad durante la codificación en la tarea de clasificación semántica y en la tarea concurrente, aunque esto no se reflejó en el reconocimiento. Una posible

---



---

explicación es la estrategia que utilizaron los adultos mayores quienes al parecer dieron prioridad a la tarea de clasificación semántica que a la tarea concurrente, lo que se puede observar en el porcentaje de respuestas correctas [ $t(15) = 4.69, p < 0.0001$ ] y en los tiempos de reacción [ $t(15) = 6.27, p < 0.0001$ ] siendo más exactos y más rápidos en proporcionar su respuesta en la tarea de clasificación semántica, posiblemente porque sabían que su memoria sería evaluada. Sin embargo, este menor desempeño no fue lo suficientemente importante como para generar una codificación inefectiva de la información que comprometiera su recuperación ulterior.

En resumen, a pesar de la disminución en el número de estímulos a recordar, la manipulación de la atención en la fase de codificación generó una disminución en el porcentaje de reconocimiento. Asimismo, los adultos mayores alcanzaron el mismo porcentaje de reconocimiento que los adultos jóvenes cuando se igualó la dificultad de la tarea, aunque eso implicó una disminución en la ejecución correcta de la tarea concurrente.

---

## Discusión general

El primer propósito del presente trabajo fue determinar los efectos de dividir la atención cuando la información se recupera (Experimento 1) o se adquiere (Experimento 2) sobre el reconocimiento. Los resultados obtenidos en cada experimento ya fueron discutidos y por ende, ahora se discuten los análisis que corresponden al segundo objetivo del presente estudio, que consiste en responder a la siguiente pregunta de investigación: ¿Qué afecta más el reconocimiento, dividir la atención en la fase de codificación o en la de recuperación?

A pesar de que algunos estudios (Iidaka *et al.*, 2000; Naveh-Benjamin *et al.*, 1998, 2000, 2005; Park *et al.*, 1989) abordaron esta pregunta previamente, en la presente investigación se aborda desde una perspectiva diferente. En primer lugar, este estudio difiere de otros en la forma en la que se manipuló la atención, ya que el paradigma que se utilizó presenta dos características importantes: modalidad de presentación y forma de respuesta. La modalidad de presentación de la tarea concurrente fue igual a la empleada en la tarea de memoria (modalidad sensorial visual). Además, ambos estímulos, el de la tarea de memoria y el de la tarea concurrente, se presentaron simultáneamente y con la misma duración (un segundo). En todos los estudios previos sobresale el hecho de que la modalidad sensorial fue diferente entre ambos tipos de tarea, en algunos casos (*e.g.* Anderson *et al.*, 2000; Iidaka *et al.*, 2000; Naveh-Benjamin *et al.*, 2006) la tarea de memoria era

---

visual mientras que la tarea concurrente era auditiva, o viceversa (*e.g.* Anderson *et al.*, 1998; Craik *et al.*, 1996; Naveh-Benjamin *et al.*, 2005). Del mismo modo, la forma en la que se solicita a los sujetos que respondan a las tareas, concurrente y de memoria, puede influir en el desempeño de los sujetos. En algunos estudios (*e.g.* Castel y Craik, 2003; Curran, 2004) se les pidió a los sujetos que dividieran su atención de forma equivalente entre la tarea de memoria y la tarea concurrente, pero que sólo contestaran a una de ellas, por lo tanto, no era posible corroborar el desempeño de los sujetos en la tarea en la que no proporcionaban respuesta alguna. En otros estudios (*e.g.* Anderson *et al.*, 2000; Castel y Craik, 2003; Curran, 2004; Dywan *et al.*, 1998) se han empleado tareas concurrentes que generan un incremento en la carga de trabajo, lo que puede considerarse una variable extraña al momento de evaluar la memoria episódica, ya que el sujeto en realidad lleva a cabo simultáneamente dos procesos de memoria, uno a largo plazo y otro a corto plazo (*e.g.*, se pide al sujeto que presione una tecla cada que se presenten tres dígitos no consecutivos).

En segundo lugar, el presente estudio igualó la dificultad de la tarea entre grupos de edad y condiciones de atención. Se ha reconocido ampliamente (*e.g.* Allen *et al.*, 2002; Balota *et al.*, 2000; Burke y Light, 1981; Verhaeghen y Salthouse, 1997) que los adultos mayores presentan un decremento en los procesos de memoria episódica, producto del envejecimiento. Por ello, a diferencia de la mayoría de los estudios previos (*e.g.* Fernandes y Moscovitch, 2003; Iidaka *et al.*, 2000; Naveh-Benjamin *et al.*, 1998; Naveh-Benjamin *et al.*, 2005; Park *et al.*, 1989), se equiparó la complejidad

---

---

de la tarea entre adultos jóvenes y mayores antes de evaluar los efectos de dividir la atención. Si estos efectos son evaluados bajo condiciones dispares de complejidad, no es posible discernir si las diferencias entre condiciones de atención se deben a la menor disponibilidad de recursos en los adultos mayores o a la complejidad de la tarea que no les permite lidiar con la demanda extra producto de una tarea concurrente.

En estudios previos (*e.g.* Baddeley *et al.*, 1984; Craik *et al.*, 1996; Naveh-Benjamin, *et al.*, 1998, Naveh-Benjamin *et al.*, 2000a, Naveh-Benjamin *et al.*, 2000b; Naveh-Benjamin *et al.*, 2006) con adultos jóvenes se ha reportado que dividir la atención en la fase de codificación reduce significativamente la ejecución de la tarea de memoria debido a que la adquisición de información es un proceso más vulnerable a las demandas de atención (Rohrer y Pashler, 2003) que la fase de recuperación, por ende, dividir la atención cuando la información ya se consolidó tienen poco o nulo efecto sobre su recuperación (*e.g.* Craik *et al.*, 1996; Iidaka *et al.*, 2000; Naveh-Benjamin y Guez 2000). En el caso de los adultos mayores estos resultados se replicaron y la reducción de la ejecución en la tarea de memoria fue más significativa en este grupo (Anderson *et al.*, 1998; Anderson, 1999; Anderson *et al.*, 2000; Naveh-Benjamin *et al.*, 2005; Park *et al.*, 1989;). Con base en estas investigaciones, se esperaba en el presente estudio que el porcentaje de reconocimiento fuera menor cuando la atención se manipuló en la fase de codificación que cuando se manipuló en la fase de recuperación, y que el decremento fuera más significativo en los adultos mayores. La primera hipótesis se

---

---

cumplió y se observó que aún cuando se segmentó la tarea, tanto adultos jóvenes como adultos mayores, tuvieron un menor reconocimiento cuando la manipulación de la atención se realizó durante la adquisición de información (Experimento 2) que cuando se realizó durante su recuperación (Experimento 1). Este resultado concuerda con los estudios citados en los que se ha reportado que la recuperación de información episódica es menos vulnerable que la codificación a la manipulación de la atención. A pesar de que es posible que la tarea concurrente no fuera lo suficientemente demandante en el presente estudio, sí se observó una competencia por los recursos de atención (Kok, 2000). En algunos estudios (Fernandes y Moscovitch, 2000, 2003; Fernandes *et al.*, 2005; Fernandes *et al.*, 2006; Troyer *et al.*, 1999) se ha propuesto que la tarea concurrente afecta en diferente grado a la tarea primaria (en este caso, a la tarea de memoria). Esto depende de la interferencia entre ellas, de este modo, la mayor interferencia parece ocurrir cuando la tarea primaria y la tarea concurrente comparten procesos o sistemas de representación similares. En el presente estudio, la tarea concurrente era una tarea de discriminación (determinar si el cuadrado cambió o no de color durante el ensayo) mientras que en el caso de la codificación era una tarea de clasificación semántica (imagen natural/artificial) y en la recuperación una tarea de reconocimiento (imagen vieja/nueva). Al parecer, la única característica que comparten las tres tareas es la modalidad sensorial en la cual la información fue registrada y procesada. Los hallazgos confirman que la tarea concurrente que se utilizó fue lo suficientemente demandante como para producir interferencia en los procesos de memoria, ya sea porque se utilizaron estímulos de la misma

---

---

modalidad, porque se presentaron de manera simultánea y con la misma duración o porque el sujeto tenía que emitir una respuesta a ambas tareas.

La segunda hipótesis formulada fue que existirían diferencias entre los grupos de edad en función de la fase del proceso de memoria en la que se dividió la atención, no obstante, esto no ocurrió. Al igual que en el estudio de Anderson *et al.* (1998), no se observaron diferencias en el porcentaje de reconocimiento entre adultos jóvenes y mayores. La ausencia de estas diferencias se podría deber a la igualación de la complejidad de la tarea de reconocimiento entre los grupos. En el estudio de Anderson *et al.* (1998), la falta de diferencias entre los grupos de edad se adjudicó a la tarea de codificación que realizaron los sujetos, en ella se les pedía que crearan una imagen significativa de las palabras de estudio.

A pesar de que no se presentaron diferencias en el reconocimiento entre los grupos de edad, se ha sugerido (*e.g.* Fernandes y Moscovitch, 2002; Fernandes *et al.*, 2005; Naveh-Benjamin & Guez, 2000; Naveh-Benjamin *et al.*, 2000; Naveh-Benjamin *et al.*, 2006) que la evaluación de los costos de manipular la atención no debe basarse únicamente en el análisis de la tarea de memoria, sino también, en el análisis del desempeño de los sujetos en la tarea concurrente. En el presente estudio no se encontraron diferencias en el porcentaje de respuestas correctas a la tarea concurrente en función del experimento en el que se manipuló la atención, sin embargo, se observaron diferencias entre los grupos de edad, siendo los adultos jóvenes más precisos y más rápidos en emitir su respuesta que los adultos

---

---

mayores. Algunos autores (Anderson, 1999; Veiel y Storandt, 2003; Whiting, 2003) sugirieron que el incremento en los tiempos de reacción en la tarea principal se debe al enlentecimiento cognoscitivo producto de la edad; mientras que el incremento en los tiempos de reacción en la tarea concurrente es un reflejo de la reducción de los recursos de atención. El hecho de que la ejecución en la tarea concurrente fuera menor en los adultos mayores pero no así su reconocimiento, nos sugiere que cuando se manipuló la atención en la fase de codificación, los adultos mayores decidieron dar prioridad a la tarea de memoria debido a que sabían que se iba a evaluar su memoria. Al parecer, los adultos mayores adoptaron esta estrategia para contrarrestar la disminución en su capacidad de atención (Kok, 2000).

### **Conclusión**

La división de la atención cuando se adquiere información episódica generó una disminución en el porcentaje de reconocimiento y en el porcentaje de respuestas correctas en la tarea concurrente. Además, se observó que la fase de recuperación no es inmune en condiciones de atención dividida, sin embargo, es menos vulnerable en comparación con la fase de codificación de la información. Los efectos de la atención dividida durante la recuperación de información episódica se manifestaron en el incremento de los tiempos de reacción en la tarea de memoria.

Un resultado importante del presente estudio fue el hecho de que las diferencias entre adultos jóvenes y mayores al realizar tareas de memoria episódica en

---

---

condiciones de atención dividida pueden desaparecer cuando se iguala la dificultad de la tarea de memoria. Sin embargo, los efectos de la atención dividida no son nulos sino que se reflejan en el porcentaje de respuestas correctas en la tarea concurrente. Asimismo, en el presente estudio se observó que los adultos mayores son capaces de crear estrategias como dirigir más recursos al desarrollo de una tarea a expensas de sacrificar su ejecución correcta en la otra. Esta estrategia permitió compensar en los adultos mayores su déficit en tareas de memoria episódica, y obtener puntajes similares a los que tuvieron los adultos jóvenes. Al menos esto fue posible en una tarea de memoria episódica de baja demanda, como lo es la tarea de reconocimiento que se utilizó en este estudio.

Una aportación significativa de este estudio fue confirmar, tanto adultos jóvenes como en mayores, la presencia del segundo componente del efecto viejo/nuevo bajo condiciones de atención dividida; efecto asociado a procesos de recolección. El hecho de que no se observaran diferencias en los PRE en función del grupo de edad nos indica que los adultos mayores fueron capaces de utilizar los mismos recursos neurofuncionales que los adultos jóvenes para recuperar información episódica, tanto en condiciones de atención completa como dividida.



---

## Limitaciones y sugerencias

Los resultados obtenidos en el presente estudio proporcionaron mayor información sobre la relación entre los procesos de atención y memoria, sin embargo, también surgieron nuevas interrogantes.

En el presente estudio se registró el segundo componente del efecto viejo/nuevo en adultos jóvenes y mayores pero no se observó una diferencia significativa en la amplitud de este componente entre los grupos. Por lo anterior, sería importante complementar los presentes hallazgos con la información que pueden proporcionar otras técnicas, como la de resonancia magnética funcional (RMf). La réplica de este estudio con la técnica de RMf permitiría describir si diferentes regiones participaron en estos procesos en los dos grupos de edad, información que no fue posible obtener mediante la técnica de potenciales relacionados a eventos.

Debido a que se conoce que en los adultos mayores el sistema de atención arriba-abajo, que permite el control voluntario de la atención, funciona menos eficientemente que en los adultos jóvenes. Sería relevante examinar a las regiones cerebrales encargadas de este sistema para determinar si muestran diferencias en activación entre adultos jóvenes y mayores. Esto podría llevarse a cabo también mediante la técnica de RMf.

---

Asimismo, sería relevante llevar a cabo el registro de la actividad electroencefalográfica durante la fase de codificación en condiciones de atención dividida. Esto permitiría examinar el Efecto de Memoria Subsecuente y determinar si sufre variaciones en situaciones de atención dividida, así como, establecer si el efecto es equivalente o no entre grupos de edad. El Efecto de Memoria Subsecuente es una evidencia neurofisiológica que ocurre durante la codificación, que predice la recuperación ulterior de la información.

---

## Referencias

Alain, C. y Arnott, S. (2000). Selectively attending to auditory objects. *Frontiers in Bioscience*, 2, 202-212.

Allan, K., Wilding, E. y Rugg, M. (1998). Electrophysiological evidence for dissociable process contributing to recollection. *Acta Psychologica*, 98, 231-252.

Allen, P.A., Sliwinski, M. y Bowie, T. (2002). Differential age effects in semantic and episodic memory, Part II: Slope and intercept analyses. *Experimental Aging Research*, 28, 111-142.

Amenedo, E. y Díaz, F. (1999). Ageing-related changes in the processing of attend and unattended standard stimuli. *NeuroReport*, 10(11), 2383-2388.

Anderson, N.D. (1999). The attentional demands of encoding and retrieval in younger and old adults: 2. Evidence from secondary task reaction time distractions. *Psychology and Aging*, 14(4), 645-655.

Anderson, N.D. y Craik, F.I.M. (2000). Memory in the aging brain. En E. Tulving y F.I.M. Craik (Eds.), *The Oxford Handbook of Memory* (pp. 411-425). New York: Oxford University Press.

Anderson, N.D., Craik, F.I.M. y Naveh-Benjamin, M. (1998). The attentional demands of encoding and retrieval in younger and older adults: I. Evidence from divided attention costs. *Psychology and Aging*, 13(3), 405-423.

Anderson, N.D., Iidaka, T., Cabeza, R., Kapur, S., McIntosh, A.R. y Craik, F.I.M. (2000). The effect of divided attention on encoding and retrieval related brain activity: a PET study of younger and older adults. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 12(5), 775-792.

Anstey, K.J., Luszcz, M.A. y Sanchez, L. (2001a). A reevaluation of the common factor theory of shared variance among age, sensory function, and cognitive function in older adults. *The Journals of Gerontology*, 56B (1), 3-11.

Anstey, K.J., Luszcz, M.A. y Sanchez, L. (2001b). Two-year decline in vision but not hearing is associated with memory decline in very old adults in a population-based sample. *Gerontology*, 47, 289-293.

Anstey, K.J. y Low, L. (2004). Normal cognitive changes in aging. *Australian Family Physician*, 33(10), 783-787.

Baddeley, A.D., Lewis, V., Eldridge, M. y Thomson, N. (1984). Attention and retrieval from long-term memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, 113, 518-540.

Balota, D.A., Dolan, P.O. y Duchek, J.M. (2000). Memory changes in healthy older adults. En E. Tulving y F.I.M. Craik (Eds.), *The Oxford Handbook of Memory* (pp. 521-537). New York: Oxford University Press.

Bartrés-Faz, D., Clemente, I.C. y Junqué, C. (2001). Cambios en la sustancia blanca y rendimiento cognitivo en el envejecimiento. *Revista de Neurología*, 33(4), 347-353.

Beason-Held, L.L., Golski, S., Kraut, M.A., Esposito, G. y Resnick, S.M. (2005). Brain activation during encoding and recognition of verbal and figural information in older adults. *Neurobiology of Aging*, 26, 237-250.

---

Beck, A.T., Ward, C.H., Mendelson, M., Mock, J. y Erbaugh, J. (1961). An inventory for measuring depression. *Archives of General Psychiatry*, 4, 561-571.

Bonnel, A. y Prinzmetal, W. (1998). Dividing attention between the color and the shape of objects. *Perception & Psychophysics*, 60 (1), 113-124.

Braver, T.S. y Barch, D.M. (2002). A theory of cognitive control, aging cognition, and neuromodulation. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 26, 809-817.

Buckner, R.L. (1996). Beyond HERA: Contributions of specific prefrontal brain areas to long-term memory. *Psychonomic Bulletin Review*, 3, 149-158.

Buckner, R.L. (2003). Functional-anatomic correlates of control processes in memory. *Journal of Neuroscience*, 23, 3999-4004.

Buckner, R.L. (2004). Memory and executive function in aging and AD: Multiple factors that cause decline and reserve factors that compensate. *Neuron*, 44, 195-208.

Buckner, R.L. y Wheeler, M.E. (2001). The cognitive neuroscience of remembering. *Nature Review of Neurosciences*, 2, 624-634.

Bunce, D. y Macready, A. (2005). Processing speed, executive function, and age differences in remembering and knowing. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 58A (1), 155-168.

Burke, D. y Light, L. (1981). Memory and aging: The role of retrieval processes. *Psychological Bulletin*, 90(3), 513-546.

Cabeza, R. (2001). Cognitive neuroscience of aging: Contributions of functional neuroimaging. *Scandinavian Journal of Psychology*, 42, 277-286.

Cabeza, R., Anderson, N., Houle, S., Mangels, J. y Nyberg, L. (2000). Age-related differences in neural activity during item and temporal-order memory retrieval: a positron emission tomography study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 12(1), 197-206.

Cabeza, R., Anderson, N.D., Locantore, J.K. y McIntosh, A.R. (2002). Aging gracefully: Compensatory brain activity in high-performing older adults. *NeuroImage*, 17, 1394-1402.

Cabeza, R., Grady, Ch. L., Nyberg, L., McIntosh, A.R., Tulving, E., Kapur, S., Jennings, J.M., Houle, S. y Craik, F.I.M. (1997). Age-related differences in neural activity during memory encoding and retrieval: A positron emission tomography study. *The Journal of Neuroscience*, 17(1): 391-400.

Cabeza, R. y Nyberg, L. (2000). Imaging cognition II: An empirical review of 275 PET and fMRI studies. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 12(1), 1-47.

Cahill, L. (2006). Why sex matters for neuroscience? *Nature Reviews of Neuroscience*, 7, 477-484.

Castel, A.D. y Craik, F.I.M. (2003). The effects of aging and divided attention on memory for item and associative information. *Psychology and Aging*, 18(4), 873-885.

Chalfonte, B.L. y Johnson, M.K. (1996). Feature memory and binding in young and older adults. *Memory and Cognition*, 24, 403-416.

- 
- Chao, L.L. y Knight, R.T. (1997). Prefrontal deficits in attention and inhibitory control with aging. *Cerebral Cortex*, 7, 63-69.
- Cherry, K.E. y Jones, M.W. (1999). Age-related differences in spatial memory: effects of structural and organizational context. *The Journal of General Psychology*, 126(1), 53-73.
- Chiappa, K.H. (1989). Principles of Evoked Potentials. En K.H. Chiappa (Ed.), *Evoked Potentials in Clinical Medicine* (pp. 1-35). New York: Raven Press.
- Christensen, H. (2001). What cognitive changes can be expected with normal ageing? *Australian and New Zealand Journal of Psychiatry*, 35, 768-775.
- Christensen, H., Henderson, A.S., Griffiths, K. y Levings, C. (1997). Does ageing inevitably lead to declines in cognitive performance? A longitudinal study of elite academics. *Personality Individual Difference*, 23(1), 67-78.
- Coles, M. y Rugg, M. (1995). Event-related brain potentials: an introduction. En Rugg M. y Coles M. (Eds.), *Electrophysiology of Mind* (pp. 1-26). Oxford: Oxford University Press.
- Corbetta, M. y Shulman, L.G. (2002). Control of goal-directed and stimulus-driven attention in the brain. *Nature Reviews*, 3, 201-215.
- Coull, J.T. (1998). Neural correlates of attention and arousal: Insights from electrophysiology, functional neuroimaging and psychopharmacology. *Progress in Neurobiology*, 55, 343-361.
- Craik, F.I.M. y Bird, M. (1982). Aging and cognitive deficits: The role of attentional resources. En F.I.M. Craik y S. Trehub (Eds.), *Aging and cognitive processes* (pp. 191-211). New York: Plenum Press.
- Craik, F.I.M., Govoni, R., Naveh-Benjamin, M. y Anderson, N.D. (1996). The effects of divided attention on encoding and retrieval processes in human memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, 125(2), 159-180.
- Craik, F.I.M. y McDowd, J.M. (1987). Age differences in recall and recognition. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 13, 474-479.
- Craik, F. I. M., Naveh-Benjamin, M., Ishaik, G. y Anderson, N.D. (2000). Divided attention during encoding and retrieval: Differential control effects? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 26(6), 1744-1749.
- Curran, T. (2000). Brain potentials of recollection and familiarity. *Memory and Cognition*, 28(6), 923-938.
- Curran, T. (2004). Effects of attention and confidence on the hypothesized ERP correlates of recollection and familiarity. *Neuropsychologia*, 42, 1088-1106.
- Cycowicz, Y., Friedman, D. y Snodgrass, J. (2001). Remembering the color of objects: An ERP investigation of source memory. *Cerebral Cortex*, 11, 322-334.
- Daffner, K.R., Scinto, L.F., Weitzman, A.M., Faust, R., Rentz, D.M., Budson, A.E. y Holcomb, P.J. (2003). Frontal and parietal components of a cerebral network mediating voluntary attention to novel events. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 15, 294-313.
-

- 
- Daselaar, S.M., Veltman, D.J., Rombouts, S.A.R.B., Raaijmakers, J.G.W. y Jonker, C. (2003a). Neuroanatomical correlates of episodic encoding and retrieval in young and elderly subjects. *Brain*, 126, 43-56.
- Daselaar, S.M., Veltman, D.J., Rombouts, S.A.R.B., Raaijmakers, J.G.W. y Jonker, C. (2003b). Deep processing activates the medial temporal lobe in young but not in old adults. *Neurobiology of Aging*, 24, 1005-1011.
- Dennis, N.A., Daselaar, S. y Cabeza, R. (2007). Effects of aging on transient and sustained successful memory encoding activity. *Neurobiology of Aging*, 28, 1749-1758.
- Dennis, N.A., Kim, H. y Cabeza, R. (2007). Effects of aging on true and false memory formation: An fMRI study. *Neuropsychologia*, 45, 3157-3166.
- Diamond, B.J., DeLuca, J., Rosenthal, D., Vlad, R., Davis, K., Lucas, G., Noskin, O. y Richards, J.A. (2000). Information processing in older versus younger adults: accuracy versus speed. *International Journal of Rehabilitation and Health*, 5(1), 55-64.
- Dodson, C.S., Holland, P.W. y Shimamura, A.P. (1998). On the recollection of specific- and partial - source information. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 24, 1121-1136.
- Dywan, J., Segalowitz, S.J. y Arsenault, A. (2002). Electrophysiological response during source memory decisions in older and younger adults. *Brain and Cognition*, 49, 322-340.
- Dywan, J., Segalowitz, S.J. y Webster, L. (1998). Source monitoring: ERP evidence for greater reactivity to nontarget information in older adults. *Brain and Cognition*, 36, 390-430.
- Dywan, J., Segalowitz, S.J., Webster, L., Hendry, K. y Harding, J. (2001). Event-related potential evidence for age-related differences in attentional allocation during a source monitoring task. *Developmental Neuropsychology*, 19(1), 99-120.
- Eldridge, L.L., Engel, S.A., Zeineh, M.M., Bookheimer, S.Y. y Knowlton, B.J. (2005). A dissociation of encoding and retrieval processes in the human hippocampus. *The Journal of Neuroscience*, 25(13), 3280-3286.
- Eldridge, L.L., Knowlton, B.J., Furmanski, C.S., Bookheimer, S.Y. y Engel, S.A. (2000). Remembering episodes: a selective role for the hippocampus during retrieval. *Nature of Neurosciences*, 3, 1149-1152.
- Fabiani, M. y Friedman, D. (1995). Changes in brain activity patterns in aging: The novelty oddball. *Psychophysiology*, 32, 579-594.
- Fabiani, M. y Friedman, D. (1997). Dissociations between memory for temporal order and recognition memory in aging. *Neuropsychologia*, 35 (2), 129-141.
- Fabiani, M., Gratton, G. y Coles, M.G.H. (2000). Event-related brain potentials: Methods, theory and applications. En J.T. Cacioppo, L.G. Tassinari y G.G. Berntson (Eds.), *Handbook of psychophysiology* (pp.53-84). Cambridge: University Press.
- Fernandes, M.A., Davidson, P.S.R., Glisky, E.L. y Moscovitch, M. (2004). Contribution of frontal and temporal lobe function to memory interference from divided attention at retrieval. *Neuropsychology*, 18(3), 514-525.
-

---

Fernandes, M.A. y Moscovitch, M. (2000). Divided attention and memory: Evidence of substantial interference effects at retrieval and encoding. *Journal of Experimental Psychology: General*, 129(2), 155-176.

Fernandes, M.A. y Moscovitch, M. (2002). Factors modulating the effect of divided attention during retrieval of words. *Memory y Cognition*, 30(5), 731-744.

Fernandes, M.A. y Moscovitch, M. (2003). Interference effects from divided attention during retrieval in younger and older adults. *Psychology and Aging*, 18(2), 219-230.

Fernandes, M.A., Moscovitch, M., Ziegler, M. y Grady, Ch. (2005). Brain regions associated with successful and unsuccessful retrieval of verbal episodic memory as revealed by divided attention. *Neuropsychologia*, 43(8), 1115-27.

Fernandes M.A., Pacurar, A., Moscovitch, M. y Grady, Ch. (2006). Neural correlates of auditory recognition under full and divided attention in younger and older adults. *Neuropsychologia*, 44, 2452-2464.

Fernández, G. y Tendolkar, I. (2001). Integrated brain activity in medial temporal and prefrontal areas predicts subsequent memory performance: Human declarative memory formation at the system level. *Brain Research Bulletin*, 55(1), 1-9.

Ferrer-Caja, E., Crawford, J.R. y Bryan, J. (2002). A structural modeling examination of the executive decline hypothesis of cognitive aging through reanalysis of Crawford et al.'s (2000) data. *Aging Neuropsychology and Cognition*, 9(3), 231-249.

Finch, C.E. y Roth, G.S. (1999) Biochemistry of aging. En G.J. Siegel (Ed.), *Basic Neurochemistry: Molecular, Cellular and Medical Aspects*, (pp. 613-633), Philadelphia: Lippincott-Raven Publishers.

Fletcher, P.C., Shallice, T. y Dolan, R.J. (1998). The functional roles of prefrontal cortex in episodic memory I. Encoding. *Brain*, 121, 1239-1248.

Folstein, M., Folstein, S. y McHugh, P. (1975). Mini Mental State: a practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal Psychiatry Research*, 12, 189-198.

Friedman, D. (1995). Cognition in the elderly: an event-related potential perspective. En F. Boller y J. Grafman. (Eds.), *Handbook of Neuropsychology*. Netherlands: Elsevier Science.

Friedman, D. (2000). Event-related brain potential investigations of memory and aging. *Biological Psychology*, 54, 175-206.

Friedman, D. (2003). Cognition and aging: A highly selective overview of event-related potential (ERP) data. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 25(5), 702-720.

Friedman, D. y Johnson, J.R. (2000). Event-related Potential (ERP) studies of memory encoding and retrieval: A selective review. *Microscopy Research and Technique*, 51, 6-28.

Friedman, D., Kazmerski, V. y Fabiani, M. (1997). An overview of age-related changes in the scalp distribution of P3b. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 104, 498-513.

Friedman, D., Kazmerski, V.A. y Cycowicz, Y.M. (1998). Effects of aging on the novelty P3 during attend and ignore oddball tasks. *Psychophysiology*, 35, 508-520.

- 
- Friedman, D., Nessler, D. y Johnson, Jr. (2007). Memory encoding and retrieval in the aging brain. *Clinical EEG and Neuroscience*, 38(1), 2-7.
- Friedman, D. y Sutton, S. (1987). Event-related potentials during continuous recognition memory. *Current Trends in Event-Related Potential Research, EEG. Supplement*, 40, 316-321.
- Friedman, D. y Trott, Ch. (2000). An event-related potential study of encoding in young and older adults. *Neuropsychologia*, 38(5), 542-557.
- Gardiner, J.M. y Parkin, A.J. (1990). Attention and recollective experience in recognition memory. *Memory and Cognition*, 18(6), 579-583.
- Gerstorff, D., Herlitz, A. y Smith, J. (2006). Stability of sex differences in cognition in advanced old age: The role of education and attrition. *The Journals of Gerontology*, 61B (4), 245-249.
- Godefroy, O. y Rousseaux, M. (1996). Divided and focused attention in patients with lesion of the prefrontal cortex. *Brain and Cognition*, 30, 155-174.
- Grabowski, T.J., Damasio, H., Eichhorn, G.R. y Tranel, D. (2003). Effects of gender on blood flow correlates of naming concrete entities. *NeuroImage*, 20, 940-954.
- Grady, Ch. L. (2002) Age-related differences in face processing: a meta-analysis of three functional neuroimaging experiments. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 56(3), 208-220.
- Grady, Ch.L. y Craik, F.I.M. (2000a). Changes in memory processing with age. *Current Opinion in Neurobiology*, 10, 224-231.
- Grady, Ch.L. y Craik, F.I.M. (2000b). Functional brain imaging and age-related changes in cognition. *Biological Psychology*, 54, 259-281.
- Grady, Ch.L., McIntosh, A.R. y Craik, F.I.M. (2003). Age-related differences in the functional connectivity of the hippocampus during memory encoding. *Hippocampus*, 13, 572-586.
- Grady, Ch.L., McIntosh, A.R., Horwitz, B., Maisog, J.M., Ungerleider, L.G., Mentis, M.J., Pietrini, P., Schapiro, M.B. y Haxby, J.V. (1995). Age-related reductions in human recognition memory due to impaired encoding. *Science*, 269, 218-221.
- Grady, Ch.L., McIntosh, A.R., Rajah, M.N. y Craik, F.I.M. (1998). Neural correlates of the episodic encoding of pictures and words. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 95, 2703-2708.
- Greenwood, P.M. (2000). The frontal aging hypothesis evaluated. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 6, 705-726.
- Gutchess, A.H., Welsh, R.C., Hedden, T., Bangert, A., Minear, M., Liu, L.L. y Park, D.C. (2005). Aging and the neural correlates of successful picture encoding: frontal activations compensate for decreased medial-temporal activity. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 17(1), 84-96.
- Guttentag, R.E. (1988). Processing relational and item-specific information: effects of aging and division of attention. *Canadian Journal of Psychology*, 42(4), 414-423.
- Haut, K.M. y Barch, D.M. (2006). Sex influences on material-sensitive functional lateralization in working and episodic memory: Men and women are not all that different. *NeuroImage*, 32, 411-422.
-



---

Hazeltine, E., Ruthruff, E. y Remington, R.W. (2006). The role of input and output modality pairings in dual-task performance: Evidence for content-dependent central interference. *Cognitive Psychology*, 52, 291-345.

Hazeltine, E., Teague, D. e Ivry, R.B. (2002). Simultaneous dual-task performance reveals parallel response selection after practice. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 28, 527-545.

Hedden, T. y Gabrieli, J.D.E. (2004). Insights into the ageing mind: a view from cognitive neuroscience. *Nature Reviews Neuroscience*, 5, 87-96.

Haxby, J.V., Ungerleider, L.G., Horwitz, B., Marsog, J.M., Rapaport, S.L. y Grady, Ch.L. (1996). Face encoding and recognition in the human brain. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 93, 922-927.

Healy, M.R., Light, L.L. y Chung, C. (2005). Dual-process models of associative recognition in young and older adults: Evidence from receiver operating characteristics. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 31(4), 768-788.

Henson, R.N.A., Rugg, M.D., Schalllice, T., Josephs, S.O. y Dolan, R.J. (1999). Recollection and familiarity in recognition memory: an event-related functional magnetic resonance imaging study. *Journal of Neuroscience*, 19, 3962-3972.

Herlitz, A., Nilsson, L.G. y Bäckman, L. (1997). Gender differences in episodic memory. *Memory and Cognition*, 25, 801-811.

Heuninckx, S., Debaere, F., Wenderoth, N., Verschueren, S. y Swinnen, S.P. (2004). Ipsilateral coordination deficits and central processing requirements associated with coordination as a function of aging. *The Journals of Gerontology*, 59B (5), 225-232.

Hillyard, S.A., Mangun, G.R., Woldorff, M.G. y Luck, S.J. (1995). Neural systems mediating selective attention. En M.S. Gazzaniga (Ed.), *The cognitive neurosciences* (pp. 665-681). Cambridge, MA: MIT Press,

Hogan, M.J. (2003). Divided attention in older but not younger adults is impaired by anxiety. *Experimental Aging Research*, 29, 111-136.

Huh, T.J., Kramer, J.H., Gazzaley, A. y Delis, D.C. (2006). Response bias and aging on a recognition memory task. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 12, 1-7.

Hultsch, D.F., MacDonald, S.W.S. y Dixon, R.A. (2002). Variability in reaction time performance of younger and older adults. *Journal of Gerontology: Psychological Sciences*, 57B (2), 101-115.

Iidaka, T., Anderson, N.D., Kapur S., Cabeza, R. y Craik, F.I.M. (2000). The effect of divided attention on encoding and retrieval in episodic memory revealed by positron emission tomography. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 12(2), 267-280.

Iragui, V.R., Kutas, M., Mitchiner, M.R. y Hillyard, S.A. (1993). Effects of aging on event-related brain potential and reaction times in an auditory oddball task. *Psychophysiology*, 30, 10-22.

Jennings, J.R. y Wood, C.C. (1976). The e-adjustment procedure for repeated measures analyses of variance. *Psychophysiology*, 13, 77-278.

- 
- Johannsen, P., Jakobsen, J., Bruhn, P., Hansen, S.B., Gee, A., Stodkilde-J.H. y Gjedde, A. (1997). Cortical sites of sustained and divided attention in normal elderly humans. *NeuroImage*, 6, 145-155.
- Johnson, J.A. y Zatorre, R.J. (2006). Neural substrates for dividing and focusing attention between simultaneous auditory and visual events. *NeuroImage*, 31, 1673-1681.
- Johnson, R. (1995). Event-related potential insights into the neurobiology of memory systems. En F. Boller y J. Grafman (Eds.), *Handbook of Neuropsychology* (p.p. 135-163). Netherlands: Elsevier Science.
- Johnson, R.Jr, Kreiter, K., Russo, B. y Zhu, J. (1998). A spatio-temporal analysis of recognition-related event-related brain potentials. *International Journal of Psychophysiology*, 29, 83-104.
- Joyce, C.A., Paller, K.A., McIsaac, H.K. y Kutas, M. (1998). Memory changes with normal aging: Behavioral and electrophysiological measures. *Psychophysiology*, 35, 669-678.
- Kahn, I., Davachi, L. y Wagner, A.D. (2004). Functional-neuroanatomic correlates of recollection: Implications for models of recognition memory. *The Journal of Neuroscience*, 24(17), 4172-4180.
- Kensinger, E.A., Clarke, R.J. y Corkin, S. (2003). What neural correlates underlie successful encoding and retrieval? A functional magnetic resonance imaging study using a divided attention paradigm. *The Journal of Neuroscience*, 23(6), 2407-2415.
- Kirchhoff, B.A., Wagner, A.D., Maril, A. y Stern, Ch.E. (2000). Prefrontal-temporal circuitry for episodic encoding and subsequent memory. *The Journal of Neuroscience*, 20(16), 6173-6180.
- Knowlton, B. (1998). The relationship between remembering and knowing: a cognitive neuroscience perspective. *Acta Psychologica*, 98, 253-265.
- Koechlin, E., Basso, G., Pietrini, P., Panzer, S. y Grafman, J. (1999). The role of the anterior prefrontal cortex in human cognition. *Nature*, 399, 148-151.
- Kok, A. (1997). Event-related potential (ERP) reflections of mental resources: a review and synthesis. *Biological Psychology*, 45, 19-56.
- Kok, A. (2000). Age-related changes in involuntary and voluntary attention as reflected in components of the event-related potential (ERP). *Biological Psychology*, 54, 107-143.
- Kok, A. (2001). On the utility of P3 amplitude as a measure of processing capacity. *Psychophysiology*, 38, 557-577.
- Konishi, S., Wheeler, M.E., Donaldson, D.I., y Buckner, R.L. (2000). Neural correlates of episodic retrieval success. *NeuroImage*, 12, 279-286.
- Kramer, A.F. y Madden, D.J. (2008). Attention. En F.I.M. Craik y T.A. Salthouse (Eds.), *The handbook of aging and cognition* (pp. 189-250). Nueva York: Psychology Press.
- Langley, L.K., Fuentes, L.J., Overmier, J.B., Bastin de Jong, C. y Prod'Homme, M.M. (2001). Attention to semantic and spatial information in aging and Alzheimer's disease. *Psicológica*, 22, 293-323.
- Langley, L.K. y Madden, D.J. (2000). Functional neuroimaging of memory: implications for cognitive aging. *Microscopy Research and Technique*, 51, 75-84.
-

- 
- Levy, J., Pashler, H. y Boer, E. (2006). Central interference in driving: Is there any stopping the psychological refractory period? *Psychological Science*, 17, 228-235.
- Li, J., Morcom, A.M. y Rugg, M.D. (2004). The effects of age on the neural correlates of successful episodic retrieval: An ERP study. *Cognitive, Affective, y Behavioral Neuroscience*, 4(3), 279-293.
- Li, S., Naveh-Benjamin, M. y Lindenberger, U. (2005). Aging neuromodulation impairs associative binding: A neurocomputational account. *Psychological Science*, 16(6), 445-450.
- Lien, M., Ruthruff, E. y Johnston, J.C. (2006). Attentional limitations in doing two task at once. *Current Directions in Psychological Science*, 15(2), 89-93.
- Light, L.L. (1996) Memory and aging. En E.L. Bjork y R.A. Bjork, *Memory* (pp. 443-490). San Diego, CA: Academic Press.
- Light, L.L., Chung, C., Pendergrass, R. y Ocker van J.C. (2006). Effects of repetition and response deadline on item recognition in young and older adults. *Memory and Cognition*, 34(2), 335-343.
- Light, L.L. y Singh, A. (1987) Implicit and explicit memory in young and older adults. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 13(4), 531-541.
- Liu, T., Slotnick, S.D., Serences, J.T. y Yantis, S. (2003). Cortical mechanisms of feature-based attentional control. *Cerebral Cortex*, 13, 1334-1343.
- Logan, J.M., Sanders, A.M., Snyder, A.Z., Morris, J.C. y Buckner, R.L. (2002). Under-recruitment and nonselective recruitment: dissociable neural mechanisms associated with aging. *Neuron*, 33, 827-840.
- Loose, R., Kaufman, C., Auer, D.P. y Lange, K. (2003). Human prefrontal and sensory cortical activity during divided attention tasks. *Human Brain Mapping*, 18, 249-259.
- Lozito, J.P. y Mulligan, N.W. (2006). Exploring the role of attention during memory retrieval: Effects of semantic encoding and divided attention. *Memory and Cognition*, 34(5), 986-998.
- Luck, S.J. (2005). An introduction to the event-related potential technique. Cambridge, MA:MIT Press.
- Luck, S.J. y Girelli, M. (2000). Electrophysiological approaches to the study of selective attention in the human brain. En R.Parasuraman (Ed.), *The attentive brain* (pp. 71-94). Massachusetts. Bradford Book.
- Lupiáñez, J. y Ruz, M. (2002). A review of attentional capture: On its automaticity and sensitivity to endogenous control. *Psicológica*, 23, 283-309.
- Madden,D.J., Spaniol, J., Bucur, B. y Whiting, W. (2007). Age-related increase in top-down activation of visual features. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 60(5), 644-651.
- Maitland, S.B., Herlitz, A., Nyberg, L., Bäckman, L. y Nilsson L. (2004). Selective sex differences in declarative memory. *Memory and Cognition*, 32(7), 1160-1169.
- Mangels, J.A. y Heinberg, A. (2006). Improved episodic integration through enactment: Implication for aging. *The Journal of General Psychology*, 133(1), 37-65.
- Mangels, J.A., Picton, T.W. y Craik, F.I.M. (2001). Attention and successful episodic encoding: an event-related potential study. *Cognitive Brain Research*, 11, 77-95.
-

- 
- Maril, A., Simons, J.S., Mitchell, J.P., Schwartz, B.L. y Schacter, D.L. (2003). Feeling-of-knowing in episodic memory: an event-related fMRI study. *NeuroImage*, 18, 827-836.
- Mark, R.E. y Rugg, M.D. (1998). Age effects on brain activity associated with episodic memory retrieval. An electrophysiological study. *Brain*, 121, 861-873.
- Mathewson, K.J., Dywan, J. y Segalowitz, S.J. (2005). Brain basis of error-related ERP, as influenced by age and task. *Biological Psychology*, 70, 88-104.
- Maunsell, J.H.R. y Cook, E.P. (2002). The role of attention in visual processing. *Philosophical Transactions. Royal Society of London B*, 357, 1063-1072.
- McCoy, S.L., Tun, P.A., Cox, L.C., Colangelo, M., Stewart, R.A. y Wingfield, A. (2005). Hearing loss and perceptual effort: Downstream effects on older adults' memory for speech. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 58A, 22-33.
- Mecklinger, A. (1998). On the modularity of recognition memory for object form and spatial location: a topographic ERP analysis. *Neuropsychologia*, 36(5), 441-460.
- Meltzer, C.C. (2002). Estudios de neurofarmacología y receptores en la edad avanzada. *Revista de Neurología*, 35(8), 767-777.
- Meneses, S. (2001). Neurofisiología de la atención: potenciales relacionados a eventos. En V.M. Alcaraz y E. Gumá (Eds.), *Texto de Neurociencias Cognitivas* (pp. 81-109). México. Manual Moderno.
- Miller, E.K., y Cohen, J.D. (2001). An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annual Review of Neurosciences*, 24, 167-202.
- Mitchel, D.B. (1989). How many memory systems? Evidence from aging. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 15(1), 31-49.
- Morcom, A.M., Good, C.D., Frackowiack, R.S. y Rugg, M.D. (2003). Age effects on the neural correlates of successful memory encoding. *Brain*, 126, 213-229.
- Morcom, A.M., Li, J. y Rugg, M.D. (2007). Age effects on the neural correlates of episodic retrieval: Increased cortical recruitment with matched performance. *Cerebral Cortex*, 17, 2491-2506.
- Müller, N. y Knight, R.T. (2002). Age-related changes in fronto-parietal networks during spatial memory: an ERP study. *Cognitive Brain Research*, 13, 221-234.
- Naveh-Benjamin, M. (2000). Adult age differences in memory performance: tests of an associative deficit hypothesis. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 26, 1170-1187.
- Naveh-Benjamin, M., Craik, F.I.M., Gavrilescu, D. y Anderson, N.D. (2000). Asymmetry between encoding and retrieval processes: Evidence from divided attention and a calibration analysis. *Memory and Cognition*, 28(6), 965-976.
- Naveh-Benjamin, M., Craik, F.I.M., Guez, J. y Dori, H. (1998). Effects of divided attention on encoding and retrieval processes in human memory: further support for an asymmetry. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 24(5), 1091-1104.
-

- 
- Naveh-Benjamin, M., Craik, F.I.M., Guez, J. y Kreuger, S. (2005). Divided attention in younger and older adults: effects of strategy and relatedness on memory performance and secondary task costs. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 31(3), 520-537.
- Naveh-Benjamin, M., Craik, F.I.M., Perretta, J.M. y Tonev, S.T. (2000). The effects of divided attention on encoding and retrieval processes: the resiliency of retrieval processes. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 53A (3), 609-625.
- Naveh-Benjamin, M. y Guez, J. (2000). Effects of divided attention on encoding and retrieval processes: assessment of attentional costs and a componential analysis. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 26(6), 1461-1482.
- Naveh-Benjamin, M., Guez, J. y Marom, M. (2003). The effects of divided attention at encoding on item and associative memory. *Memory and Cognition*, 31(7), 1021-1035.
- Naveh-Benjamin, M., Guez, J. y Shulman, S. (2004). Older adults' associative deficit in episodic memory: Assessing the role of decline in attentional resources. *Psychonomic Bulletin and Review*, 11(6), 1067-1073.
- Naveh-Benjamin, M., Hussain, Z., Guez, J. y Bar-On, M. (2000). Adult age differences in episodic memory: further support for an associative-deficit hypothesis. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 29(5), 826-837.
- Naveh-Benjamin, M., Kilb, A. y Fisher, T. (2006). Concurrent task effects on memory encoding and retrieval: Further support for an asymmetry. *Memory and Cognition*, 34(1), 90-101.
- Nebel, K., Wiese, H., Stude, P., Greiff de A., Diener, H. y Keidel M. (2005). On the neural basis of focused and divided attention. *Cognitive Brain Research*, 25, 760-776.
- Nessler, D., Friedman, D. y Bersick, M. (2004). Classic and false memory designs: An electrophysiological comparison. *Psychophysiology*, 41, 679-687.
- Nielson, K.A., Douville, K.L., Seidenberg, M., Woodard, J.L., Miller, S.K., Franczak, M., Antuono, P. y Rao, S. (2006). Age-related functional recruitment for famous name recognition: An event-related fMRI study. *Neurobiology of Aging*, 27, 1494-1504.
- Nilsson, L. (2003). Memory function in normal aging. *Acta Neurologica Scandinavica*, 107(Suppl. 179), 7-13.
- Nolde, S.F., Johnson, M.K., y D'Esposito, M (1998). Left prefrontal activation during episodic remembering: an event-related fMRI study. *NeuroReport*, 9, 3509-3514.
- Nunez, P. (1995). *Neocortical dynamics and human EEG rhythms*. New York: Oxford University Press.
- Nyberg, L. (1999). Imaging episodic memory: Implications for cognitive theories and phenomena. *Memory*, 7(5/6), 585-597.
- Nyberg, L., Bäckman, L, R. Erngrund, K., Olofsson, U. y Nilsson, L.G. (1996). Age differences in episodic memory semantic memory, and priming: relationships to demographic, intellectual, and biological factors. *Journal Gerontology B. Psychological Sciences Social*, 51, 234-240.
- Nyberg, L., Cabeza, R. y Tulving, E. (1996). PET studies of encoding and retrieval: The HERA model. *Psychonomic Bulletin and Review*, 3, 135-148.
-

---

Nyberg, L., Persson, J. y Nilsson, L. (2002). Individual differences in memory enhancement by encoding enactment: relationships to adult age and biological factors. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 26, 835-839.

Oono, M., Iacono, T.D., D'Andrea Matteo, y Paci, C. (2001). Age-related changes of evoked potentials. *Neurophysiological Clinical*, 31, 83-103.

Ottens, L.J., Alain, C. y Picton, T.W. (2000). Effects of visual attentional load on auditory processing. *NeuroReport*, 11(4), 875-880.

Park, D.C. (1998). Cognitive aging, processing resources, and self-report. En N. Schwarz, D.C. Park, B. Knauper y S. Sudman (Eds.), *Aging, cognition, and self-report* (pp. 45-69). Washington, D.C.: Psychology Press.

Park, D.C. (2000). The basic mechanisms accounting for age-related decline in cognitive function. En D. C. Park y N. Schwarz (Eds.), *Aging and cognition: A primer* (pp. 3-22). Philadelphia: Taylor & Francis.

Park, D.C. (2002). Judging meaning improves function in the ageing brain. *Trends in Cognitive Sciences*, 6(6), 227-229.

Park, D.C. y Gutchess, A.H. (2002). Aging, cognition, and culture: a neuroscientific perspective. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 26, 859-867.

Park, D.C., Smith A.D., Dudley, W.N. y Lafronza, V. (1989). Effects of age and a divided attention task presented during encoding and retrieval on memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 15(6), 1185-1191.

Pashler, H. (1990) Do response modality effects support multiprocessor models of divided attention? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 16, 826-842.

Persson, J., Nyberg, L., Lind, J., Larsson, A., Nilsson, L., Ingvar, M. y Buckner, R.L. (2006). Structure-function correlates of cognitive decline in aging. *Cerebral Cortex*, 16, 907-915.

Peters, A. (2002). The effects of normal aging on myelin and nerve fibres: A review. *Journal of Neurocytology*, 31, 581-593.

Picton, T.W., Bentin, S., Berg, P., Donchin, E., Hillyard, S.A., Johnson, R., Miller, G.A., Ritter, W., Ruchkin, D.S., Rugg, M.D. y Taylor, M.J. (2000). Guidelines for using human event-related potentials to study cognition: Recording standards and publication criteria. *Psychophysiology*, 37, 127-152.

Picton, T.W., Lins, O.G. y Scherg, M. (1995). The recording and analysis of event-related potentials. En F. Boller y J. Grafman (Eds.), *Handbook of Neuropsychology* (pp. 3-74). Amsterdam: Elsevier Science.

Piefke, M., Weiss, P., Markowitsch, H. y Fink, G. (2005). Gender differences in the functional neuroanatomy of emotional episodic autobiographical memory. *Human Brain Mapping*, 24, 313-324.

Piolino, P., Desgranges, B., Benali, K. y Eustache, F. (2002). Episodic and semantic remote autobiographical memory in ageing. *Memory*, 10(4), 239-257.

Polich, J. (1993). Cognitive brain potentials. *Currents Directions in Psychology Science* 2(6), 175-179.

---

- 
- Portin, R., Kovala, T., Polo-Kantola, P., Revonsuo, A., Muller, K. y Matikainen, E. (2000). Does P3 reflect attentional of memory performances or cognition more generally? *Scandinavian Journal of Psychology*, 41(1), 31-40.
- Rand-Giovannetti, E., Chua, E., Driscoll, A.E., Schacter, D.L., Albert, M.S. y Sperling, R.A. (2006). Hippocampal and neocortical activation during repetitive encoding in older persons. *Neurobiology of Aging*, 27, 173-182.
- Ranganath, C. y Paller, K.A. (2000). Neural correlates of memory retrieval and evaluation. *Cognitive Brain Research*, 9, 209-222.
- Raz, N. (2000). Aging of the brain and its impact on cognitive performance: integration of structural and functional findings. En F.I.M. Craik y T.A. Salthouse (Eds.), *The handbook of aging and cognition* (pp. 1-90). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Raz A. y Buhle J. (2006). Typologies of attentional networks. *Nature Reviews of Neuroscience*, 7, 367-379.
- Raz, N., Gunning-Dixon, F., Head, D., Rodrigue, K.M., Williamson, A. y Acker, J.D. (2004). Aging, sexual dimorphism, and hemispheric asymmetry of the cerebral cortex: replicability of regional differences in volume. *Neurobiology of Aging*, 25, 377-396.
- Raz, N., Gunning, F.M., Head, D., Dupuis, J.H., McQuain, J.M., Briggs, S.D., Thornton, A.E., Loken, W.J. y Acker, J.D. (1997). Selective aging of human cerebral cortex observed in vivo: Differential vulnerability of the prefrontal gray matter. *Cerebral Cortex*, 7, 268-282.
- Rees, G. y Lavie, N. (2001). What can functional imaging reveal about the role of attention in visual awareness? *Neuropsychologia*, 39, 1343-53.
- Ribaupierre, de A. y Ludwig, C. (2003). Age differences and divided attention: Is there a general deficit? *Experimental Aging Research*, 29, 79-105.
- Richards, E., Bennett, P.J. y Sekuler, A.B. (2006). Age related differences in learning with the useful field of view. *Vision Research*, 46, 4217-4231.
- Rogers, W.A. (2000). Attentional aging. En D.C. Park y N. Schwarz (Eds.), *Cognitive aging: A primer* (pp. 57-73). Philadelphia. Taylor & Francis.
- Rohrer, D. y Pashler, H.E. (2003). Concurrent task effects on memory retrieval. *Psychonomic Bulletin y Review*, 10(1), 96-103.
- Rosen, A.C., Prull, M.W., O'Hara, R., Race, E.A., Desmond, J.E., Glover, G.H., Yesabage, J.A. y Gabrieli, J.D. (2002). Variable effects of aging on frontal lobe contributions to memory, *NeuroReport*, 13, 2425-2428.
- Roux, F. y Ceccaldi, M. (2001). Does aging affect the allocation of visual attention in global and local information processing? *Brain and Cognition*, 46, 383-396.
- Rowe, J., Friston, K., Frackowiak, R. y Passingham, R. (2002). Attention to action: Specific modulation of corticocortical interactions in humans. *NeuroImage*, 17, 988-998.
- Ruchkin, D.S. (1988). Measurement of event-related potentials: Signal Extraction. En T.W. Picton (Ed.), *Human Event-Related Potentials* (pp. 7-43). Amsterdam: Elsevier Science Publishers.
-

- 
- Rugg, M. (1995). Event-related potentials studies of human memory. En M.S. Gazzaniga (Ed.), *The Cognitive Neurosciences* (pp.789-901). Cambridge, MA: MIT.
- Rugg, M. y Allan, K. (2000). Event-related potential studies of memory. En E. Tulving y F.I.M. Craik (Eds.), *The Oxford Handbook of Memory* (pp. 521-535), New York: Oxford University Press.
- Rugg, M.D. y Allan, K. (2000). Memory retrieval: and electrophysiological perspective. En M.S: Gazzaniga (Ed.), *The new cognitive neurosciences* (pp. 805-816). Cambridge, MA: MIT Press.
- Rugg, M.D., Otten, L.J. y Henson, R.N.A. (2002). The neural basis of episodic memory: evidence from functional neuroimaging. *Philosophical Transactions Royal Society of London B*, 1087-1110.
- Rugg, M.D., Schloerscheidt, A.M., Doyle, M.C., Cox, C.J.C. y Patching, G.R. (1996). Event-related potentials and the recollection of associative information. *Cognitive Brain Research*, 4, 297-304.
- Rugg, M.D. y Wilding, E.L. (2002). Retrieval processing and episodic memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 4(3), 108-115.
- Ruiz-Contreras, A. y Cansino, S. (2005). Neurofisiología de la interacción entre la atención y la memoria episódica: revisión de estudios en modalidad visual. *Revista de Neurología*, 41(12), 733-743.
- Sáenz, M., Buracas, G.T. y Boynton, G.M. (2003). Global feature-based attention for motion and color. *Vision Research*, 43, 629-637.
- Salthouse, T.A. (1996). The processing-speed theory of adult age differences in cognition. *Psychological Review*, 103, 403-428.
- Salthouse, T.A. (2000). Aging and measures of processing speed. *Biological Psychology*, 54, 35-54.
- Salthouse, T.A. (2004). What and when of cognitive aging. *Current Directions in Psychological Science*, 13(4), 140-144.
- Salthouse, T.A. y Miles, J.D. (2002). Aging and time-sharing aspects of executive control. *Memory and Cognition*, 30(4), 572-582.
- Salthouse, T.A., Rogan, J.D. y Prill, K.A. (1984). Division of attention: Age differences on a visually presented memory task. *Memory & Cognition*, 12, 613-620.
- Sarter, M., Givens, B. y Bruno, J.P. (2001). The cognitive neuroscience of sustained attention: Where top-down meets bottom-up. *Brain Research Reviews*, 35, 146-160.
- Shulman, G.L., D'Avossa, G., Tansy, A.P. y Corbetta, M. (2002). Two attentional processes in the parietal lobe. *Cerebral Cortex*, 12, 1124-1131.
- Simons, J.S., Dodson, C.S., Bell, D. y Schacter, D.L. (2004). Specific- and partial-source memory: effects of aging. *Psychology and Aging*, 19(4), 689-694.
- Snodgrass, J.G. y Corwin, J. (1988). Pragmatics of measuring recognition memory: Application to dementia and amnesia. *Journal of Experimental Psychology: General*, 117(1), 34-50.
- Squire, L.R. y Zola-Morgan, S. (1998). Episodic memory, semantic memory and amnesia. *Hippocampus*, 8, 205-211.
-



- 
- Szameitat, A.J., Scubert, T., Müller, K. y Cramon von D.Y. (2002) Localization of executive functions in dual-task performance with fMRI. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 14(8), 1184-1199.
- Téllez-Alanís, B. y Cansino, S. (2004) Incidental and intentional encoding in young and elderly adults. *NeuroReport*, 115(11), 1119-1123.
- Thilers, P.P., MacDonald, S.W.S. y Herlitz, A. (2007). Sex differences in cognition: The role of handedness. *Physiology y Behavior*, 92, 105-109.
- Tisserand, D.J. y Jolles, J. (2003). On the involvement of prefrontal networks in cognitive ageing. *Cortex*, 39, 1107-1128.
- Trott, Ch.T., Friedman, D., Ritter, W. y Fabiani, M. (1997). Item and source memory: Differential age effects revealed by event-related potentials. *Neuroreport*, 8, 3373-3378.
- Troyer, A.K. y Craik, F.I.M. (2000). The effect of divided attention on memory for items and their context. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 54(3), 161-170.
- Tsujimoto, S. y Tayama, T. (2004). Independent mechanisms for dividing attention between motion and the color of dynamic random dot patterns. *Psychological Research*, 68, 237-244.
- Tulving, E. (1972). Episodic and semantic memory. En E. Tulving y W. Donaldson (Eds.), *Organization of memory* (pp. 382-403). New York: Academic Press.
- Tulving, E. (2002) Episodic memory: From mind to brain. *Annual Review of Psychology*, 53, 1-25.
- Tulving, E., Kapur, S., Craik, F.I.M., Moscovitch, M. y Houle, S. (1994). Hemispheric encoding/retrieval asymmetry in episodic memory: positron emission tomography findings. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 9, 2016-2020.
- Tulving, E. y Markowitsch, H.J. (1997). Memory beyond hippocampus. *Current Opinion in Neurobiology*, 7, 209-216.
- Uncapher, M.R. y Rugg, M.D. (2005). Encoding and the durability of episodic memory: a functional magnetic resonance imaging study. *The Journal of Neuroscience*, 25(31), 7260-7267.
- Van Petten, C. y Senkfor, A.J. (1996). Memory for words and novel visual patterns: Repetition, recognition, and encoding effects in the event-related brain potential. *Psychophysiology*, 33, 491-506.
- Van Petten, C., Senkfor, A.J. y Newberg, W. (2000). Memory for drawings in locations: Spatial source memory and event-related potentials. *Psychophysiology*, 37, 5511-564.
- Vanderbroucke, A. y Dierckx, V. (1998). Growing slower and less accurate: adult age differences in time-a curacy functions for reca I a m recognition from episodic memory Pa u Verha ghen. *Experimental Aging Research*, 24, 3-19.
- Veen van der F.M., Nijhuis, F.A.P., Tisserand, D.J., Backes, W.H. y Jolles, J. (2006). Effects of aging on recognition of intentionally and incidentally stored words: An fMRI study. *Neuropsychologia*, 44, 2477-2486.
- Veiel, L.L. y Storandt, M. (2003). Processing costs of semantic and episodic retrieval in younger and older adults. *Aging Neuropsychology and Cognition*, 10(1), 61-73.
-

- 
- Verhaeghen, P. y Cerella, J. (2002). Aging, executive control, and attention: A review of meta-analyses. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 26, 849-857.
- Verhaeghen, P. y Salthouse, T.A. (1997). Meta-analyses of age-cognition relations in adulthood. Estimates of linear and non-linear age effects and structural models. *Psychological Bulletin*, 122, 231-249.
- Verhaeghen, P., Steitz, D.W., Sliwinski, M.J. y Cerella, J. (2003). Aging and dual-task performance: A meta-analysis. *Psychology and Aging*, 18(3), 1-18.
- Wagner, A.D., Desmond, J.E., Glover, G.H. y Gabrieli, J.D.E. (1998). Prefrontal cortex and recognition memory. Functional-MRI evidence for context-dependent retrieval processes. *Brain*, 121, 1985-2002.
- Wagner, T.D. y Smith, E.E. (2003). Neuroimaging studies of working memory: A meta-analysis. *Cognitive, Affective and Behavioral Neuroscience*, 3, 255-274.
- Wallace, W., Shafer, T., Amberg, M. y Silvers, V. (2001). Divided attention and prerecognition processing of spoken words and nonwords. *Memory and Cognition*, 29(8), 1102-1110.
- Wechsler, D. (1981) Manual WAIS Español. México: Manual Moderno.
- Wegesin, D.J., Friedman, D., Varughese, N. y Stern Y. (2002). Age-related changes in source memory retrieval: an ERP replication and extension. *Cognitive Brain Research*, 13, 323-338.
- Weis, S., Klaver, P., Reul, J., Elger, C.E. y Fernández, G. (2004). Temporal and cerebellar brain regions that support both declarative memory formation and retrieval. *Cerebral Cortex*, 14(3), 256-267.
- West, R. (1996). An application of prefrontal cortex function theory to cognitive aging. *Psychological Bulletin*, 120(2), 272-292.
- West, R. (2000). In defense of the frontal lobe hypothesis of cognitive aging. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 6, 727-729.
- Whiting, W.L. (2003). Adult age differences in divided attention: Effects of elaboration during memory encoding. *Aging Neuropsychology and Cognition*, 10(2), 141-157.
- Whiting, W.L., Madden, D.J., Pierce, T.W. y Allen, P.A. (2005). Searching from the top down: Ageing and attentional guidance during singleton detection. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 58A(1), 72-97.
- Wilding, E. y Rugg, M. (1996). An event-related potential study of recognition memory with and without retrieval of source. *Brain*, 119, 889-905.
- Windmann, S., Urbach, T.P. y Kutas, M. (2002). Cognitive and neural mechanisms of decision biases in recognition memory. *Cerebral Cortex*, 12, 808-817.
- Wojciulik, E. y Kanwisher, N. (1999). The generality of parietal involvement in visual attention. *Neuron*, 23, 747-764.
- Wood, C. y Allison T. (1981). Interpretation of Evoked Potentials: A neurophysiological perspective. *Canadian Review of Psychology*, 35(2), 113-135.
-