



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE PSICOLOGIA**

**POTENCIALES RELACIONADOS A EVENTOS DURANTE  
UNA TAREA DE MEMORIA DE CONTEXTO**

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :  
LICENCIADO EN PSICOLOGIA  
P R E S E N T A :  
MARTHA PATRICIA TREJO MORALES

DIRECTORA DE TESIS : DRA. SELENE CANSINO



MEXICO, D. F.

2004.



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.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Dra. Selene Cansino la oportunidad que me brindó de trabajar con ella y por las valiosas aportaciones que realizó durante todo el proyecto.

A cada uno de los miembros del Comité por las aportaciones a este trabajo:

Dra. Dolores Rodríguez

Dr. Jorge Palacios

Mtro. José Méndez

Lic. Rubén Miranda

A la Lic. Alejandra Ruiz, a la Mtra. Bernarda Téllez y a Evelia Hernández

A todos los participantes sin los cuales la conclusión de este trabajo no hubiera sido posible.

## **RECONOCIMIENTOS**

Esta tesis se realizó con los recursos otorgados al proyecto de investigación CONACYT No. 36203H y al proyecto DGAPA, PAPIIT de la Universidad Nacional Autónoma de México No. IN304202.

## DEDICATORIA

A mi familia:

A ti padre, que a tu manera me sigues enseñando el valor de la vida, el amor a la Universidad y el amor a la familia. Con tu presencia, con tu ayuda y con tus consejos todo ha sido mucho más fácil. Espero que podamos seguir compartiendo silencios.

Madre, gracias por seguir junto a mí todos los días, aún cuando estos sean inciertos.

Gracias por los consejos, por la dedicación y por tu amor.

Hermano, si alguien se merece un reconocimiento, eres tú. Gracias por estar presente siempre y por recordarme que la familia, los amigos y uno mismo son los pilares de la vida, lo demás, es relleno.

A la tía Carmen, al tío Juan, a Luis Arturo y a Carmelita por permitirme conocerlos.

Al laboratorio:

Gracias a la Dra. Selene por la confianza y el apoyo que me brindó desde que me permitió formar parte de ese maravilloso equipo. Gracias a Bernarda, a Alejandra y a Evelia por su enorme apoyo tanto moral como académico.

A mis amigos:

Pedro.

Alma, Alejandra, Gustavo, Fabián, Arturo, Mario, Olivia, Citlali, Cecilia, Jorge, David y Oscar.

Joel, José Luis, Manuel, Miguel e Iván.

Yadira, Cinthya, Melisa, Lisette, Juliette, Erika y David.

Si recuerdo al que fui, otro me veo,  
y el pasado es el presente en el recuerdo.  
El que fui es alguien que amo  
aunque solamente en sueños.  
Y la *saudade* que me aflige la mente  
no es de mí ni del pasado visto,  
sino de aquel a quien habito  
por detrás de los ojos ciegos.  
Nada sino el instante me conoce.  
Hasta mi recuerdo es nada, y siento  
que el que soy y el que fui  
son sueños diferentes.

Ricardo Reis

## ÍNDICE

<b>Resumen</b> .....	7
<b>Antecedentes</b> .....	8
Memoria de contexto .....	8
Potenciales Relacionados a Eventos .....	12
Paradigmas de Memoria de Contexto .....	15
Codificación .....	18
Recuperación .....	21
<b>Método</b> .....	28
Sujetos .....	28
Aparatos e instrumentos .....	29
Estímulos .....	30
Procedimiento .....	31
Registro Electrofisiológico .....	33
Análisis de datos .....	34
<b>Resultados</b> .....	36
Resultados conductuales .....	36
Resultado fisiológicos .....	39
<b>Discusión</b> .....	47
<b>Conclusiones</b> .....	55
<b>Limitaciones y sugerencias</b> .....	56
<b>Referencias</b> .....	57

## RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue describir las diferencias en la actividad neurofisiológica registrada a través de la técnica de Potenciales Relacionados a Eventos (PRE) en una tarea de memoria episódica durante la fase de recuperación entre el recuerdo correcto y el recuerdo incorrecto del contexto. El paradigma utilizado en este estudio incluye una tarea de discriminación viejo/nuevo además de una tarea de recuperación del contexto (posición espacial). El uso de este paradigma permitió la evaluación tanto de ensayos en los cuales el contexto fue recuperado como en los que no lo fue.

Participaron 24 sujetos (12 mujeres) diestros con edad media de 22.63 años. El experimento se dividió en dos fases: codificación y recuperación. En la primera, el sujeto realizó una tarea de tipo semántica en la que decidió si la imagen presentada representó un objeto natural o una artificial. En la fase de recuperación, la tarea de los sujetos consistió en indicar si el estímulo presentado era viejo (previamente mostrado durante la fase de codificación) o nuevo (no presentado anteriormente). Si la imagen era vieja, los sujetos indicaron en qué cuadrante fue presentada durante la codificación. El análisis de varianza para medidas repetidas (ANOVA) del tipo de respuesta mostró que los ensayos con respuesta de contexto correcto generaron una mayor amplitud que los ensayos con respuestas de contexto incorrecto en un componente negativo entre los 150 y 450 mseg en ambos hemisferios. Por otra parte, entre los 450-850 mseg se encontró una mayor amplitud positiva en los ensayos en que se recuperó correctamente el contexto, en comparación con los ensayos fallidos en los electrodos de la línea media y bilateralmente en regiones centroparietales y occipitales. De esta manera, los PRE en regiones parietales no son sensibles sólo a la recuperación del ítem sino también a la recuperación del contexto. Finalmente, las respuestas nuevas correctas generaron una amplitud más positiva que la recuperación incorrecta del contexto entre los 450 y 850 mseg en regiones centroparietales y occipitales. Así, los resultados del presente trabajo mostraron que existen diferencias electrofisiológicas entre la recuperación correcta y la recuperación incorrecta del contexto, además, los resultados sugieren que cuando el cerebro recupera información episódica específica ocurre una activación generalizada producto de la realización de la tarea.



## ANTECEDENTES

### Memoria de contexto

La memoria es la función cognoscitiva que nos permite recuperar de forma consciente o no consciente la información que previamente se codificó. Aschcraft (1994) define a la memoria como el proceso mental en el que se adquiere y retiene información para recuperarla posteriormente e incluye tres procesos diferentes: 1) la adquisición inicial de la información (denominada codificación o aprendizaje), 2) la retención y 3) la recuperación.

Riccio y Spear (1994) consideraron que al utilizar el término memoria se asume la existencia de un aprendizaje previo de información y el almacenamiento de la misma hasta que se necesite. Además, estos autores consideraron que el término implica un proceso que incluye recordar dicha información. Por lo tanto, la memoria puede definirse como la representación interna de un episodio particular aprendido; tal representación es multidimensional e incluye componentes separables o atributos que representan una variedad de eventos aislados o de eventos característicos. Por otro lado, Rains (2004) considera que la memoria puede definirse como el proceso que permite el almacén y la recuperación de la información y cómo ésta incide sobre la conducta.

Del mismo modo, otros autores coinciden en que la memoria se divide en tres subprocesos secuenciales: registro/codificación, almacenamiento y recuperación (Squire, 1987; Rains, 2004). El registro se refiere al impacto que debe tener un estímulo sobre el sistema nervioso para que el sistema forme una representación del mismo. La codificación hace referencia a cómo la información se representa en el

sistema y tales representaciones adquieren diferentes características las cuales dependen del estímulo que le sirve como base; por ejemplo, la palabra impresa 'café' se puede codificar con base en los aspectos visuales de la palabra impresa, con base en una imagen visual, o bien, por su aroma. Después, la información se tiene que almacenar para estar disponible en un momento ulterior. Finalmente, la recuperación se refiere al proceso mediante el cual se accesa y utiliza la información. Rains (2004) considera que es más adecuado referirnos a sistemas de memoria en lugar de hablar únicamente de memoria. Este autor propone que estos sistemas funcionan con cierto grado de independencia pero que también son intrínsecamente interdependientes; además, afirma que la memoria puede categorizarse en términos de lo que es recordado, o bien, en términos de su capacidad y duración.

En lo que respecta a la categorización de la memoria en términos de lo que es recordado y siguiendo las observaciones de Bergson (1911, cit. por Bower, 2000) y otros filósofos, quienes realizaron una distinción entre memoria consciente y de hábitos, Squire (1987) introdujo una taxonomía que clasificó a la memoria en declarativa y no declarativa. La primera, se refiere a la representación o recuperación consciente de eventos pasados en contraste con la memoria no declarativa, en la cual, los eventos son recuperados de forma no consciente. En la memoria no declarativa el efecto de los eventos pasados se manifiesta en la conducta más que en la conciencia. La memoria no declarativa se divide en: 1) habilidades que pueden ser motoras, perceptuales o cognoscitivas, 2) *priming*, 3) condicionamiento clásico simple y 4) aprendizaje no asociativo (habitación y sensibilización) (Squire, 1987; Rains, 2004). Por otro lado, en la memoria declarativa

el efecto de la experiencia pasada adquiere la forma de memoria episódica o de memoria semántica.

Tulving (1972) realizó una distinción entre memoria semántica y memoria episódica. La primera de ellas hace referencia a la recuperación de hechos o conocimientos generales que no están ligados a ninguna experiencia personal (por ejemplo, número de continentes en el planeta); mientras que la memoria episódica, se refiere a eventos autobiográficos que ocurrieron en un contexto espacio-temporal específico (por ejemplo, la última fiesta de cumpleaños). Tulving (2002) consideró que la esencia de la memoria episódica reside en la conjunción de tres componentes: uno mismo, la autoconciencia y una sensación subjetiva del tiempo. Por tanto, la memoria episódica le permite a un sujeto re-experimentar de forma consciente experiencias pasadas.

Mayes y Roberts (2001) consideraron que al explicar la memoria episódica se debe: 1) definir los procesos de codificación, almacén y recuperación; 2) determinar las regiones cerebrales que realizan cada uno de estos procesos y su forma de interacción; 3) establecer cómo las neuronas dentro de cada región cerebral involucrada interactúan para llevar a cabo cada uno de los procesos y la integración con otros sistemas de memoria y 4) definir cómo los procesos de memoria episódica (codificación, almacén y recuperación) son similares o diferentes de los procesos que median otros sistemas de memoria (por ejemplo, memoria semántica).

Una forma de estudio ampliamente utilizada para evaluar la memoria episódica es mediante la realización de tareas de memoria de contexto. Este tipo de memoria se refiere al recuerdo de las condiciones bajo las cuales se adquirió un evento o episodio. Dichas condiciones incluyen las circunstancias espacio-temporales, físicas (formato o modalidad), cognoscitivas y emocionales que

ocurrieron durante la presentación del evento; es decir, cómo, cuándo y dónde ocurrió éste (Trott, Friedman, Ritter y Fabiani, 1997; Allan, Wilding y Rugg, 1998; Wilding, 1999; Graham y Cabeza, 2001; Meiser y Bröder, 2002; Cansino, Maquet, Dolan y Rugg, 2002).

En las tareas de memoria de contexto se evalúa la recuperación correcta o incorrecta del contexto y del ítem. Van Petten, Senkford y Newberg (2000) utilizaron el término 'ítem' para referirse al estímulo (por ejemplo, una palabra o imagen) y el término 'contexto' para especificar las condiciones en que ocurrió éste (por ejemplo, la voz en que se presentó una palabra o la ubicación en que apareció una imagen). Graham y Cabeza (2001) afirmaron que la recuperación del ítem nos permite recordar qué evento ocurrió mientras que la recuperación del contexto nos da la información necesaria para evocar cuándo (memoria de orden temporal), dónde (memoria espacial) y cómo (memoria de contexto) ocurrió el ítem.

Riccio y Spear (1994) definen al contexto como el antecedente o escenario en el cual ocurre un evento. Así, el contexto es un escenario que predice la ocurrencia particular de un evento y que determina el significado del mismo. Sin embargo, el contexto no sólo determina nuestra percepción de qué significan los eventos o cómo están ocurriendo, sino también afecta el cómo los aprendemos. Asimismo, estos autores consideran que hay dos efectos principales del contexto sobre la memoria: 1) la recuperación se deteriorará si el contexto en el cual se adquiere el evento difiere del contexto en el que se recupera y 2) la recuperación será exitosa si el contexto de adquisición y el de recuperación son similares.

## Potenciales Relacionados a Eventos

Las técnicas fisiológicas que se utilizan en el estudio de la memoria de contexto son los Potenciales Relacionados a Eventos (PRE), la Tomografía por Emisión de Positrones (TEP), la Imaginería por Resonancia Magnética funcional (IRMf) y la Imaginería por Resonancia Magnética funcional asociada a eventos (IRMfe). Para los propósitos del presente trabajo se mencionan algunas características de los PRE.

Los PRE representan un cambio en la actividad eléctrica cerebral en respuesta a un estímulo (Wood y Allison, 1981; Coles y Rugg, 1995; Luck y Girelli, 2000). Estos autores señalan que:

- 1) Los potenciales registrados representan la red de campos eléctricos asociados con la actividad de una población de neuronas.
- 2) Las neuronas individuales que comprenden dicha población deben estar sincrónicamente activas y tener una configuración geométrica determinada. Específicamente, las neuronas deben estar configuradas de forma tal que generen un dipolo (un campo con cargas positivas y negativas). Esta configuración es conocida como 'campo abierto' y generalmente, incluye el alineamiento de las neuronas en una orientación paralela.
- 3) Evidencia biofísica y neurofisiológica sugiere que los PRE son principalmente un reflejo de los potenciales post-sinápticos.

Ruchkin (1988) define a los PRE como la combinación de la actividad cerebral producto de una respuesta asociada a un evento más el ruido, él cual es actividad

cerebral no relacionada a evento alguno junto con interferencia de fuentes no neurales.

Coles y Rugg (1995) señalan que las principales fuentes de artefacto son los movimientos oculares y el parpadeo. Se han desarrollado varias técnicas para evitar este problema: una de ellas consiste en utilizar un punto de fijación durante el registro, y otra en eliminar, después del registro (análisis fuera de línea), aquellos ensayos cuya morfología se vio afectada por algún tipo de artefacto.

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 de ser cuando menos de 20 (el rango típico es entre 20 y 50 muestras).

El promedio de los registros representa una estimación de la actividad neuronal en tiempo real, la cual es evocada por la presentación de un estímulo a través de las condiciones elegidas previamente. 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.

Generalmente, se miden la amplitud y la latencia de los componentes de los PRE. La amplitud se refiere al tamaño del potencial, en  $\mu\text{V}$  (una millonésima de voltio), mientras que la latencia indica el tiempo, en mseg (una milésima de segundo), que tarda el potencial en llegar a su amplitud máxima (Coles y Rugg, 1995; Téllez, 2000). La amplitud puede ser medida en relación con otras características de la onda (por ejemplo, cuando se mide la amplitud pico a pico) o en relación a la línea base (usualmente definida como el voltaje promedio del período previo al estímulo o evento). La latencia puede ser medida en términos del

tiempo entre el estímulo o evento de interés y una característica o morfología de la onda (Coles y Rugg, 1995).

Haberlandt (1999) consideró que tres procesos de memoria se pueden observar mediante el uso de los PRE: el efecto subsecuente de memoria, el efecto viejo/nuevo en pruebas de reconocimiento y la detección de memorias ocultas.

La técnica de PRE tiene las siguientes ventajas (Allan *et al.*, 1998; Friedman, 2000; Cycowicz, Friedman y Snodgrass, 2001):

- 1) No es invasiva.
- 2) Permite medir la actividad neuronal asociada con un estímulo en el rango de los milisegundos y facilita la comparación de latencias entre diferentes clases de ítems (por ejemplo, entre palabras viejas y nuevas en una prueba de reconocimiento).
- 3) Da información acerca de la distribución de las amplitudes a través del cráneo (distribución topográfica) en combinación con información temporal, lo cual permite comparar registros de la actividad cerebral asociada con diferentes clases de respuesta a un mismo ítem experimental; por ejemplo, ensayos cuya recuperación fue exitosa en comparación con ensayos en los que no lo fue.

## Paradigmas para medir la memoria de contexto

La información de la memoria episódica puede recuperarse mediante dos procesos: la familiaridad y el reconocimiento. La familiaridad permite la recuperación exitosa de un ítem sin incluir información acerca de cómo, cuándo o dónde se presentó éste. En contraste, el reconocimiento se refiere a la recuperación controlada de un evento y su contexto (Wilding y Rugg, 1996; Trott *et al.* 1997).

Una forma de estudiar la diferencia entre la familiaridad y el reconocimiento es mediante la utilización del paradigma recordado/conocido (*Remember/Know*) propuesto por Tulving (1985, cit. por Knowlton, 1998 y Gardiner y Richardson-Klavehn, 2000). El paradigma consiste en presentar una serie de estímulos durante una fase de estudio y posteriormente en la fase de prueba, pedirle al sujeto que catalogue al estímulo como recordado si recuerda el episodio en que se le presentó por primera vez el estímulo o como conocido, si no recuerda ningún episodio pero el estímulo le parece familiar. Tulving consideró al recuerdo y a lo conocido como dos estados subjetivos de conciencia asociados a la memoria. Knowlton (1998) consideró que las respuestas 'recordado' son más sensibles a la forma en que se codificó un evento, mientras que las respuestas 'conocido' no lo son.

Tulving en 1985 (cit. por Gardiner y Richardson-Klavehn, 2000) utilizó el paradigma recordado/conocido en pruebas de recuerdo libre, de recuerdo con claves y de memoria de reconocimiento. Sin embargo, estas últimas son las más utilizadas debido a que parecen estar asociadas a experiencias que pueden ser clasificadas como conocidas o recordadas y porque pueden estar acompañadas de memorias específicas del contexto inmediato alrededor del ítem (Knowlton, 1998).



Knowlton (1998) propuso que el reconocimiento de información incluye a las respuestas clasificadas como 'conocidas' y 'recordadas'. Tulving en 1989 (cit. por Squire y Zola, 1998) afirmó que el recordar y el conocer reflejan operaciones de la memoria episódica y de la memoria semántica, respectivamente. Así, Tulving en 1989 (cit. por Squire y Zola, 1998) y Knowlton (1998) asumen que la codificación en diferentes sistemas es serial, es decir, que los eventos son primero codificados en la memoria semántica y posteriormente en la memoria episódica. Esta aseveración sugiere que las respuestas clasificadas como 'conocidas' reflejan una codificación adecuada para el sistema de memoria semántica, pero inadecuada para el de memoria episódica. Sin embargo, actualmente se considera que una deviene en la otra, es decir, un evento particular experimentado por el sujeto (memoria episódica) después de repetirse numerosas veces puede generar un conocimiento de tipo semántico (en el cual se olvida el momento de la adquisición) y viceversa, un conocimiento de tipo semántico al ser experimentado por un sujeto formaría parte de su memoria episódica.

Otro paradigma que se ha utilizado para estudiar la memoria episódica consiste en pedirle al sujeto que recuerde explícitamente el contexto en que la información se presentó en la fase de estudio. Wilding y Rugg (1996) utilizaron este paradigma, durante la fase de codificación, los sujetos escucharon una lista de palabras, la mitad se presentaron en una voz femenina y el resto en una masculina. En la fase de reconocimiento, la tarea de los sujetos consistió en realizar dos juicios: en el primero, decidir si la palabra era vieja (presentada anteriormente) o nueva (no presentada) y si era vieja, el segundo juicio consistió en reportar en qué voz, femenina o masculina, se había presentado originalmente el estímulo. En este

estudio se obtuvo un componente positivo en los electrodos de la región parietal izquierda aproximadamente 400 mseg postestímulo y los autores sugirieron que dicho componente estuvo presente cuando se generó la recuperación del ítem. Asimismo, los autores registraron un componente positivo con una amplitud máxima en los electrodos de la región frontal derecha que se relacionó con la recuperación correcta de la información contextual.

Otros investigadores han realizado estudios similares (Rugg, Schloerscheidt, Doyle, Cox y Patching, 1996; Johnson, Kounios y Nolde, 1997; Schloerscheidt y Rugg, 1997; Trott *et al.*, 1997; Fernández, Weyerts, Tendolkar, Smid, Scholz y Heinze, 1998; Ranganath y Paller, 1999; Graham *et al.*, 2001; Allan, Wolf, Rosenthal y Rugg, 2001; Otten y Rugg, 2001) y han replicado estos hallazgos. Estos estudios muestran que hay dos efectos electrofisiológicos que distinguen a la memoria episódica. El primero tiene una latencia aproximada entre los 300 y 600 mseg postestímulo y se caracteriza por una mayor positividad para los ítems reconocidos correctamente aunque sin información contextual. El segundo efecto inicia aproximadamente 600 mseg después de la presentación del estímulo y parece estar relacionado con la búsqueda y recuperación de información del contexto. Johnson *et al.* (1997) reportaron que este efecto se prolonga incluso hasta los 1300 ó 1500 mseg postestímulo.

## **Codificación**

La codificación se refiere al proceso de adquirir información (experimentar un evento) y formar una memoria de dicha experiencia. Rugg y Allan (2000) señalan que el procedimiento más utilizado para evaluar la codificación mediante la técnica de PRE, consiste en presentar una serie de ítems durante la fase de codificación y posteriormente, en segregar los registros electrofisiológicos de esta fase en función del reconocimiento exitoso o no de los ítems en la fase de reconocimiento. Este procedimiento permite observar el efecto subsecuente de memoria. Este efecto consiste en un componente de los PRE que predice el recuerdo ulterior de la información.

En la fase de codificación generalmente se emplean tareas semánticas, por ejemplo, clasificar los estímulos en agradables o desagradables, concretos o abstractos, animados o inanimados, seres vivos o no vivos. Otten y Rugg (2001) consideraron que la codificación exitosa de información en la memoria episódica depende del grado en que las características semánticas de la información son procesadas durante la fase de codificación; es decir, el grado de codificación influye en la recuperación subsecuente del episodio.

Otten y Rugg (2001) realizaron un estudio para evaluar si el efecto subsecuente de memoria se modificaba de acuerdo a la naturaleza de la tarea de codificación. Estos autores evaluaron la memoria episódica mediante una prueba de reconocimiento en la que los sujetos tenían que indicar si el estímulo era viejo (presentado en la fase de codificación) o nuevo (no presentado anteriormente).

Durante la fase de codificación se presentaron palabras precedidas por letras que indicaban la tarea que debían realizar con la palabra. Una tarea consistió en juzgar si la palabra representaba algo animado o no animado (tarea de clasificación semántica) y la otra en juzgar si la primera y la última letra de la palabra estaban en orden alfabético (tarea de orden alfabético). La fase de reconocimiento se realizó 30 minutos después de la de codificación. Los resultados de este estudio mostraron que en la tarea de clasificación semántica, los ensayos que fueron exitosamente recordados presentaron una mayor positividad entre los 550 y 1000 mseg en comparación con los que no lo fueron en los electrodos de la línea media. Este potencial también fue más positivo que el generado en la tarea de orden alfabético. Además, el reconocimiento fue mejor en la tarea de clasificación semántica que en la tarea de orden alfabético. Los autores concluyeron que el grado o profundidad con que se analizan las características semánticas de los estímulos determina la codificación exitosa en tareas de memoria episódica.

Loeches y Rubia (1997) sugirieron que la codificación correcta de la localización espacial donde ocurre un evento favorece la recuperación posterior del evento. Estos autores encontraron que los ítems recordados de forma correcta junto con su localización generaron una mayor positividad, entre los 450 y 1400 mseg postestímulo, en comparación con los que no lo fueron en los electrodos de las regiones parietales. Sin embargo, no se encontró ningún efecto significativo cuando se pidió a los sujetos que recordaran otros atributos del ítem como el color o la forma.

La técnica de IRMfe ha proporcionado información sobre las estructuras cerebrales involucradas en la memoria episódica. Rombouts *et al.* (1999) reportaron que la información espacial ingresa a la región del hipocampo principalmente por la

corteza parahipocampal; mientras que la información relacionada al evento ingresa a través de la corteza perirrinal. Slotnick, Moo, Segal y Hart (2003) reportaron que la codificación del ítem se asocia con actividad en el giro frontal medial derecho, en el precuneus y en el giro parahipocampal izquierdo. Pihlajamäki *et al.* (2003) registraron una activación en la corteza perirrinal y parahipocampal, lo cual soporta la idea de que la corteza adyacente al hipocampo tiene una función importante en la formación de la memoria episódica. Finalmente, Cansino *et al.* (2002) encontraron que cuando se utilizan imágenes como estímulos, la región en que se manifiesta de manera más prominente el efecto subsecuente de memoria es la corteza occipital lateral derecha (región que se ha denominado complejo lateral occipital). Otras regiones que muestran este efecto son: la corteza frontal izquierda, una área en el giro frontal inferior dorsal y dos regiones en el giro frontal superior anterior.

En general, los hallazgos reportan en que el lóbulo temporal medial (LTM), formado por el hipocampo (que incluye al giro dentado y al complejo subicular) y las áreas corticales adyacentes como la corteza entorrinal, perirrinal y parahipocampal, intervienen en la formación de la memoria episódica (Zola-Morgan y Squire, 1993; Zola y Squire, 2000).

## Recuperación

La recuperación se refiere al proceso de obtener información previamente codificada. De acuerdo con Brown y Craik (2000), la recuperación depende de las claves de facilitación y del estado o la condición mental en la que se encontraba el individuo cuando adquirió la información.

Para evaluar la recuperación mediante la técnica de PRE se comparan los ensayos en que los sujetos recuperan exitosamente la información con los ensayos en que fracasan; por ejemplo, en pruebas de reconocimiento, se pide al sujeto que discrimine entre ítems viejos (presentados previamente) y nuevos (Allan *et al.* 2001).

Como se mencionó anteriormente, varios autores (Rugg *et al.*, 1996; Johnson *et al.*, 1997; Schloerscheidt y Rugg, 1997; Donaldson y Rugg, 1998; Trott *et al.*, 1997; Fernández *et al.*, 1998; Allan *et al.*, 2001; Graham *et al.*, 2001; Otten y Rugg, 2001) han reportado un efecto de amplitud positiva generado en tareas de reconocimiento, que varía de latencia entre los autores, pero que la mayoría concuerda que empieza entre los 300 y 450 mseg postestímulo y termina entre los 600 y 900 mseg postestímulo y que se presenta en electrodos de la zona prefrontal para palabras y a veces para imágenes, reconocidas correctamente. Graham (2001) sugiere que este efecto se observa en electrodos frontales cuando la recuperación incluye al contexto, mientras que en los electrodos parietales se observa principalmente, cuando se recupera el ítem sin información contextual.

Del mismo modo, Schloerscheidt y Rugg (1997) proponen que el efecto observado en derivaciones frontales derechas refleja procesos de la memoria episódica que son activados cuando se requiere realizar una tarea de reconocimiento, o bien, cuando la información es especialmente rica o compleja

(imágenes). Estos autores realizaron un experimento en el que compararon la actividad generada por imágenes y por palabras y encontraron que ambos tipos de estímulos cuando eran reconocidos exitosamente se asociaron a una mayor positividad alrededor de los 400 mseg postestímulo en los electrodos de la región temporo-parietal izquierda en comparación con los estímulos no reconocidos; sin embargo, las imágenes correctamente reconocidas en comparación con las olvidadas también generaron una mayor positividad con distribución frontal. Esta distribución frontal inició en el hemisferio izquierdo y se desplazó al derecho en latencias más tardías.

Ranganath y Paller (2000) investigaron si los potenciales registrados en zonas frontales asociados con la recuperación se modificaban cuando se pedía a los sujetos que recordaran detalles perceptuales. En la fase de codificación se presentaron imágenes y durante la fase de reconocimiento se realizaron dos pruebas. En la primera, los sujetos indicaron si las imágenes eran viejas (presentadas en la fase anterior) o nuevas (prueba general); y en la segunda, los sujetos juzgaron si la imagen era más grande o más pequeña que la presentada en la fase anterior (prueba específica). Los autores observaron que las imágenes viejas generaron un componente más positivo entre los 200 y 1000 mseg postestímulo en electrodos frontales y temporales durante la prueba específica que durante la prueba general. Del mismo modo, en las derivaciones parietales izquierdas se observó una mayor positividad entre los 400 y 800 mseg postestímulo en la prueba específica en comparación con la general y después de los 1000 mseg postestímulo, la señal se volvió más negativa en las derivaciones posteriores en la prueba específica en comparación con la general. Las imágenes nuevas generaron una positividad en

electrodos frontales entre los 600 y 800 mseg postestímulo, cuya magnitud fue menor a la generada por las imágenes viejas. Además, durante la prueba específica las imágenes nuevas generaron una mayor negatividad en electrodos parietales y occipitales entre los 1000 y 1200 mseg postestímulo en comparación con la prueba general. Los autores concluyeron que las regiones prefrontales derecha e izquierda intervienen en procesos de la memoria episódica, como la reactivación de información almacenada y la evaluación de dicha información.

Mecklinger (1998) realizó un experimento en el que evaluó el recuerdo del contexto espacial en que se presentaron una serie de imágenes de objetos comunes. En la fase de codificación presentó las imágenes al azar en diferentes posiciones y pidió a sus sujetos que recordaran los objetos y su localización. En la fase de reconocimiento realizó dos tareas. En una de ellas, le pidió a sus sujetos que indicaran si las imágenes eran las mismas que se habían utilizado en la fase de codificación (tarea de objeto); y en la otra, que indicaran si las imágenes se habían presentado en la misma localización que en la fase de codificación (tarea espacial). Los resultados mostraron una positividad máxima en Pz para ítems previamente presentados en comparación con los ítems nuevos en la tarea de objeto. En la tarea espacial se presentó un componente positivo después de los 300 mseg que se restringió a regiones bilaterales temporales y parieto-occipitales con un máximo en estas últimas derivaciones. Además, este efecto fue más positivo para el reconocimiento correcto en comparación con las respuestas correctas ante ítems nuevos y esta diferencia comenzó en regiones parieto-occipitales. De los 700 a los 1500 mseg el efecto viejo/nuevo presentó una lateralización en el hemisferio derecho que fue menor en regiones frontales, mayor en temporales y más evidente en regiones centrales y parieto-occipitales. Mecklinger (1998) sugirió que la



recuperación de un objeto y de su localización espacial involucra diferentes sistemas cerebrales.

Van Petten *et al.* (2000) realizaron un experimento con la técnica de PRE en el que emplearon imágenes para evaluar la memoria de contexto espacial. En la fase de codificación, las imágenes se presentaron al azar en diferentes posiciones y los sujetos juzgaron si los objetos que representaban las imágenes se encontraban en el exterior (por ejemplo, lluvia) o en el interior (por ejemplo, tina) En la fase de reconocimiento, los sujetos indicaron si las imágenes eran viejas (presentadas en la fase anterior) o nuevas y si eran viejas, juzgaron si se habían presentado en la misma posición que en la fase anterior. Los resultados conductuales mostraron que el porcentaje de respuestas correctas fue mayor cuando las imágenes eran viejas y presentadas en la misma posición que cuando eran nuevas y presentadas en diferente posición. Del mismo modo, se observó que el tiempo de reacción fue menor ante las imágenes viejas presentadas en la misma posición que ante las imágenes nuevas presentadas en diferente posición. Las imágenes viejas se asociaron a un componente más positivo que las imágenes nuevas y éste comenzó a manifestarse aproximadamente 250 mseg después del inicio del estímulo. Asimismo, la actividad eléctrica durante la fase de codificación mostró una diferencia entre estímulos subsecuentemente recordados de forma correcta y aquellos que no lo fueron. Esta diferencia se presentó antes de los 600 mseg postestímulo; en cambio, en la fase de reconocimiento, las diferencias entre estos dos tipos de estímulos se observaron después de este período. En resumen, las imágenes categorizadas de forma correcta como viejas y cuya posición fue correctamente recordada elicitaron un componente más positivo en electrodos prefrontales en

comparación con las imágenes que fueron consideradas correctamente como viejas pero cuya posición fue olvidada.

La técnica de IRMfe también se ha utilizado para evaluar la recuperación de información episódica (Henson, Rugg, Shallice, Josephs y Dolan, 1999; Rombouts *et al.*, 1999; Stark & Squire, 2000; Fernández y Tendolkar, 2001; Bar *et al.*, 2001; Cansino *et al.*, 2002; Dobbins, Rice, Wagner, Schacter, 2003; Slotnick *et al.*, 2003 y Pihlajamäki *et al.*, 2003). Los resultados de estos estudios concuerdan en que se presenta una mayor actividad en la corteza prefrontal izquierda, corteza parietal, operculum frontal izquierdo, giro parahipocampal posterior, giro fusiforme, giro lingual izquierdo, corteza perirrinal y formación hipocampal cuando la información y su contexto son recuperados de forma correcta que cuando no lo son.

En el estudio de la memoria episódica se han utilizado con frecuencia paradigmas como el recordado /conocido, o bien, el paradigma viejo/nuevo. Estos paradigmas brindan información que permite evaluar el reconocimiento de un ítem, sin embargo, no permiten determinar de forma cuantificable si el reconocimiento estuvo acompañado o no de información contextual. Por esta razón, en el presente estudio se utilizó el paradigma empleado por Cansino *et al.* (2002) que incluye la discriminación viejo/nuevo más una tarea de recuperación del contexto, la posición espacial en que se presentaron los estímulos. Este paradigma tiene la ventaja de que los estímulos se presentan en cuatro posibles posiciones; es decir se evalúan cuatro contextos en lugar de sólo dos. Cuando se evalúan tan sólo dos contextos (por ejemplo, voz femenina o masculina) el número de ensayos correctos debe ser significativamente más alto que el nivel de azar del 50%, esto disminuye el número de ensayos incorrectos, por lo que generalmente no es posible comparar ensayos en

que el contexto es recordado correctamente de cuando no lo es. En cambio, si se evalúan cuatro contextos el nivel de azar para respuestas de contexto correcto se reduce al 25%, lo que permite que existan suficiente número de ensayos de contexto correcto e incorrecto para ser comparados.

El objetivo del presente estudio es describir las diferencias electrofisiológicas durante la fase de recuperación que distinguen el recuerdo correcto del contexto del incorrecto.

Durante la fase de reconocimiento, se espera un mayor porcentaje de respuestas de contexto correctas que incorrectas (por arriba de una ejecución al azar), sin embargo, el número de ensayos incorrectos será suficiente para ser comparados con los correctos. Asimismo, se espera que el tiempo de reacción en las respuestas de contexto incorrectas sea mayor que en las respuestas de contexto correctas.

Al analizar la fase de recuperación se espera que la amplitud media de la señal fisiológica sea más positiva en derivaciones frontales en los ensayos en que el contexto fue recordado correctamente en comparación con los ensayos incorrectos. Con respecto a los ítems nuevos, se espera que generen un potencial con una morfología similar a los ítems y contexto recordados correctamente pero de menor amplitud.

## MÉTODO

### Sujetos

En el experimento participaron veinticuatro sujetos diestros (12 mujeres y 12 hombres) sin antecedentes de daño neurológico o de desórdenes psiquiátricos. Todos los participantes tenían una visión normal o corregida a lo normal. El rango de edad fue de los 21 a los 26 años (media de edad de 22.63 años) mientras que la escolaridad mínima fue de nueve años y la máxima de 13 (media de escolaridad de 10.7 años). Cada uno de los sujetos firmó una carta de consentimiento antes de realizar el experimento y al final del mismo se les otorgó una remuneración económica por su colaboración.

Los criterios de inclusión fueron un puntaje máximo permitido de 20 en el Inventario del Beck (1961), una puntuación superior o igual a 28 en el Minimental de Folstein (1975) y un puntaje mínimo de 26 en el Test de Vocabulario de la Escala de Inteligencia de Weschler (1981). El propósito de aplicar estas pruebas fue descartar de la muestra a los sujetos que presentaran depresión y alteraciones neurológicas o psiquiátricas.

La investigación se realizó en dos sesiones: En la primera se realizó una entrevista y se aplicaron las pruebas y en la segunda, se realizó el registro electrofisiológico. Los datos de seis sujetos se excluyeron de los análisis debido a que su ejecución fue al nivel de azar y los datos de otro sujeto se excluyeron por que la señal electrofisiológica presentó artefactos oculares.

## **Aparatos**

Se utilizaron dos computadoras PC, dos monitores de 17", una caja de respuestas, una televisión, una videocámara, el software Neuroscan versión 4.2 para adquirir y analizar los datos fisiológicos, el software EPrime versión 1 para mostrar los estímulos y captar las respuestas de los sujetos y el sistema Neurodata modelo 12 de Grass para registrar la señal electrofisiológica. Se empleó una caja de respuestas de cinco botones. Uno de ellos se localizó en la parte más baja y fue presionado por el pulgar. Los otros cuatro botones fueron acomodados en filas de dos; la columna izquierda fue presionada con el dedo índice mientras que la columna derecha fue presionada con el dedo medio. Estos cuatro botones representaron cada uno de los cuadrantes en que se dividió la pantalla. Durante la fase de codificación se utilizó únicamente la fila inferior mientras que para la fase de recuperación se emplearon los cinco botones.

## **Instrumentos**

Inventario de Depresión de Beck (1961): Prueba estandarizada con 409 sujetos cuya edad osciló entre 15 y 55 años. Coeficiente de confiabilidad de 0.86. El puntaje de depresión se obtiene al sumar el valor numérico de cada una de las respuestas dadas a las 21 categorías de síntomas o actitudes. Se considera que un sujeto tiene depresión cuando el puntaje es mayor a veinte.

Subescala de Vocabulario de la Escala de Inteligencia Wechsler para Adultos (WAIS) en Español (1981): Para la estandarización de esta escala se empleó una

muestra de 1700 sujetos adultos de 18 centros, los cuales estuvieron repartidos en todo el territorio de los Estados Unidos (Wechsler, 1998). La escala puede aplicarse desde los 18 años de edad. El coeficiente de confiabilidad para la escala verbal es de 0.96 mientras que el de la escala ejecutiva va de 0.93 a 0.94. La subescala de vocabulario se correlaciona con el coeficiente intelectual general del WAIS y con otras pruebas de inteligencia, además, permite evaluar la habilidad mental general de los individuos y detectar si existe algún proceso demencial.

Minimental de Folstein o Prueba de Estado Mental (Folstein, Folstein y McHung, 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 hrs) 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, discriminar entre pacientes con deficiencias cognitivas (moderadas y graves) y sujetos controles. Además, la prueba es sensitiva al deterioro progresivo en pacientes con demencia.

### **Estímulos**

Se utilizaron 192 imágenes a color de objetos comunes, la mitad de ellas representaron objetos naturales y el resto artificiales. En la fase de entrenamiento se emplearon 12 imágenes (seis naturales y seis artificiales); durante la fase de codificación se utilizaron 120 imágenes y en la de reconocimiento se mostraron las mismas 120 de la fase anterior más 60 nuevas. Al inicio de las fases de codificación y recuperación se utilizaron 2 imágenes (una natural y una artificial) que permitieron

alertar al sujeto, éstas no se analizaron. Los estímulos se presentaron con un ángulo horizontal y vertical de  $2.9^\circ$  y  $4.3^\circ$ , respectivamente.

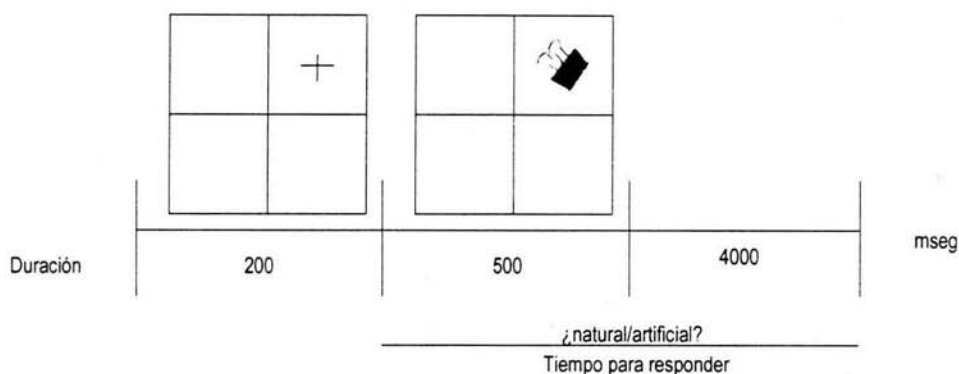
## **Procedimiento**

El experimento se realizó en una cámara sonoamortiguada y el sujeto se encontraba a un metro de distancia del monitor. El experimento se realizó en dos fases: una de codificación y otra de recuperación. Primero se llevó a cabo un entrenamiento, en el cual, los sujetos realizaron una breve versión de la fase de codificación y de recuperación con la finalidad de que aprendieran a utilizar la caja de respuestas.

Durante la fase de codificación la pantalla se dividió en cuadrantes por medio de una cruz que permaneció constante durante toda la fase. El ensayo comenzó con la aparición de una pequeña cruz en uno de los cuadrantes, a partir de este momento, el sujeto no podía parpadear hasta que emitiera una respuesta. La cruz sirvió como punto de fijación y tuvo una duración de 200 mseg, posteriormente, el estímulo (imagen) se presentó durante 500 mseg. El sujeto tuvo 4500 mseg para responder si la imagen presentada representó un objeto natural o uno artificial. El tiempo promedio de respuesta es de 1200 mseg, por tanto, el sujeto tuvo suficiente tiempo para parpadear una vez que proporcionó su respuesta. La aparición de las imágenes en cada uno de los cuadrantes fue seleccionada aleatoriamente y se presentó cerca del centro de la cruz a una distancia cuyo rango llegó a variar entre  $0.5^\circ$  y  $1.25^\circ$  del eje vertical y horizontal de la cruz (Fig. 1).



## Fase de codificación

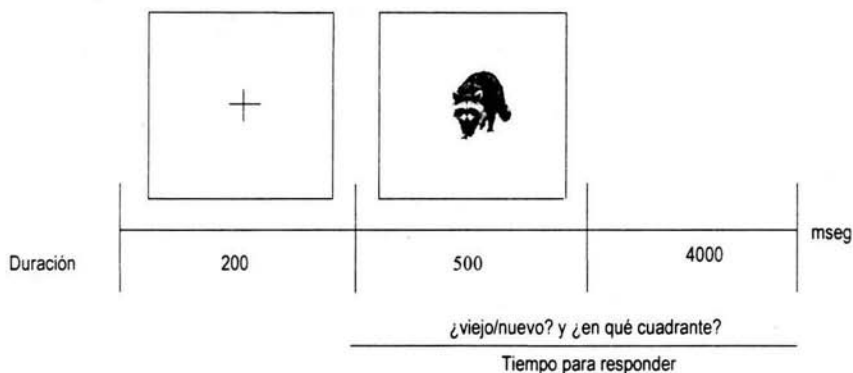


**Fig. 1** Fase de codificación. El punto de fijación (representado por una pequeña cruz en uno de los cuadrantes) tuvo una duración de 200 mseg seguido por el estímulo con una duración de 500 mseg. El tiempo que se dio al sujeto para responder si el estímulo presentado era natural o artificial fue de 4500 mseg.

En la fase de recuperación se presentó el punto de fijación en el centro de la pantalla durante 200 mseg. A partir de la presentación de la cruz, se pidió al sujeto que no parpadeara hasta que proporcionara su respuesta. El estímulo fue mostrado durante 500 mseg. La tarea del sujeto consistió en indicar si el estímulo presentado era viejo (previamente presentado durante la fase de codificación) o nuevo (no presentado anteriormente). Si la imagen era nueva, los sujetos presionaron con el pulgar el botón inferior de la caja de respuestas, y si era vieja, los sujetos indicaron en qué cuadrante fue presentada durante la fase de codificación; para ello, utilizaron los cuatro botones de la caja de respuestas que representaron cada uno de los cuadrantes de la pantalla. El sujeto tuvo 4500 mseg para emitir su respuesta antes de que apareciera el siguiente punto de fijación. En los casos en que los sujetos no

recordaron con exactitud el cuadrante en el que fue presentado el estímulo, se les pidió que eligieran un cuadrante al azar (Fig. 2).

#### Fase de recuperación



**Fig. 2** Fase de recuperación. El punto de fijación (representado por una pequeña cruz al centro de la pantalla) tuvo una duración de 200 mseg seguido por el estímulo con una duración de 500 mseg. La tarea del sujeto consistió en indicar si el estímulo presentado era viejo o nuevo. Si la imagen era vieja, los sujetos indicaron en qué cuadrante fue presentada durante la fase de codificación. El tiempo que se le dio al sujeto para emitir su respuesta fue de 4500 mseg.

#### Registro electrofisiológico

Para el registro de la señal electroencefalográfica (EEG) se colocaron 28 electrodos de acuerdo al Sistema Internacional 10-20 en las siguientes derivaciones: Oz, O1, O2, Pz, P4, CP4, P8, C4, TP8, T8, P7, P3, CP3, CPz, Cz, FC4, FT8, TP7, C3, FCz, Fz, F4, F8, T7, FT7, FC3, F3 y F7, todos ellos referidos a los auriculares (A1, A2) cortocircuitados. El electrooculograma (EOG) se registro bipolarmente mediante la colocación de un electrodo en la porción lateral del ojo derecho (movimientos horizontales) y otro electrodo en la región supraorbital del ojo izquierdo (movimientos

verticales). La impedancia de los electrodos fue menor a  $5K\Omega$ . Para los registros de EEG y EOG se utilizó una banda de 0.1 a 100 Hz y una tasa de muestreo de 512 Hz. Las épocas tuvieron una duración de 1200 mseg e iniciaron 200 mseg antes de la presentación de cada estímulo. La señal de EEG fue amplificada 20,000 veces mientras que la del EOG fue amplificada 10,000 veces.

### **Análisis de datos**

Se realizó una corrección de línea base de la señal electrofisiológica en función de los 200 mseg preestímulo y se utilizó un filtro de pase bajo de 20 Hz. Se eliminaron de manera automática todos los ensayos que presentaron una señal o actividad mayor a  $50 \mu V$  y posteriormente, a través de inspección visual, se eliminaron aquellos ensayos con artefactos oculares. En el análisis de la fase de recuperación se realizaron los promedios de la actividad electrofisiológica en función de si los sujetos recordaron o no correctamente la posición de las imágenes (contexto correcto y contexto incorrecto) además del promedio para las imágenes nuevas correctamente identificadas como tales. La media de ensayos aceptados libres de artefacto fue de 32.4 (DS = 14.6) para cada categoría de respuesta.

Se obtuvo la media y desviación estándar de los tiempos de reacción (TR) y del porcentaje de respuestas de contexto correctas, respuestas de contexto incorrectas y respuestas correctas ante imágenes nuevas.

En la fase de recuperación se midió la amplitud media de la señal fisiológica entre los 0 y 150 mseg, 150 y 450 mseg, 450 y 850 mseg, y 850 y 1200 mseg. La amplitud

media de cada intervalo se midió en función de la amplitud media del intervalo de línea base de 200 mseg. Los datos de los electrodos centrales y laterales fueron analizados por separado. Los datos electrofisiológicos se analizaron mediante análisis de varianza (ANOVA) de medidas repetidas. Para la fase de recuperación se empleó un diseño de tres factores en los electrodos centrales: ejecución (contexto correcto, contexto incorrecto y rechazos correctos) por electrodo (Oz, Pz, CPz, Cz, FCz y Fz); y de tres factores en los electrodos laterales: ejecución por hemisferio (derecho e izquierdo) por electrodo (O1/2, P3/4, CP3/4, P7/8, C3/4, TP7/8, T7/8, FC3/4, FT7/8, F3/4, F7/8).

Los grados de libertad fueron corregidos con el método propuesto por Greenhouse-Geisser para medidas repetidas ( $\epsilon$ ) (Jennings y Wood, 1976) y se utilizó la prueba de Tukey A para determinar las interacciones significativas a un nivel de probabilidad menor a 0.05.

## RESULTADOS

### Resultados conductuales

El porcentaje de respuestas correctas en la fase de codificación fue del 96.96% ( $DE = 2.57$ ); mientras que el tiempo de reacción (TR) promedio para las respuestas correctas fue de 911 mseg ( $DE = 143$ ). Los TR no difirieron significativamente [ $F(1,16) = .674$   $p = .424$   $\epsilon = 1.000$ ] entre las imágenes cuyo contexto fue posteriormente recordado (915,  $DE = 151$ ) de aquéllas cuyo contexto fue olvidado (906,  $DE = 140$ ), lo que indica que los sujetos no invirtieron más tiempo codificando las imágenes y contexto que posteriormente recordaron. La Tabla 1 muestra la media y la desviación estándar de los porcentajes de respuestas correctas y de los TR en la fase de codificación de acuerdo al tipo de ítem (imagen que representó algo natural e imagen que representó algo artificial).

**Tabla 1. Media y desviación estándar de los porcentajes de respuestas correctas y tiempo de reacción de acuerdo al tipo de ítem en la fase de codificación.**

	Media%	DE	TR (mseg)	DE
Ítems naturales	95.59	3.48	895	154
Ítems artificiales	98.33	2.12	926	142

El porcentaje de respuestas incorrectas y de no respuestas fue de 3.04.

En la Tabla 2 se presentan la media y la desviación estándar de los porcentajes de respuestas correctas y TR de acuerdo al cuadrante en que se presentó la imagen en la fase de codificación. No se encontraron diferencias significativas en los TR de acuerdo al cuadrante de presentación [ $F(3,48) = 1.048$

$p = .377$   $\epsilon = .920$ ] ni en lo referente a la media de porcentaje de respuestas correctas [ $F(3,48) = 2.929$   $p = .051$   $\epsilon = .920$ ].

**Tabla 2. Porcentaje de respuestas de contexto correcto y TR según el cuadrante en que se presentó la imagen en la fase de codificación.**

	Media %	DE	TR (mseg)	DE
Cuadrante arriba-izquierda	44.90	14.77	1400	276
Cuadrante arriba-derecha	43.92	14.59	1344	279
Cuadrante abajo-izquierda	51.77	12.92	1337	273
Cuadrante abajo-derecha	44.31	10.98	1313	221

El porcentaje de ítems viejos reconocidos correctamente como viejos fue de 83.14% ( $DE = 6.93$ ); mientras que el porcentaje de falsas alarmas (ítems nuevos clasificados como viejos) fue de 9.41 ( $DE = 7.31$ ). En la Tabla 3 se muestran los resultados de la ejecución en la fase de reconocimiento.

**Tabla 3. Ejecución durante la fase de reconocimiento.**

		Media %	DE
Ítems viejos	Contexto correcto	46.23	10.93
	Contexto incorrecto	36.91	9.74
	Error	11.23	7.05
Ítems nuevos	Respuestas correctas	90.10	7.06
	Respuestas incorrectas	9.41	7.31

Los errores son ítems viejos clasificados como nuevos. Se eliminaron los ensayos en los cuales se realizó un juicio incorrecto durante la fase de codificación y los ensayos en los que no hubo respuestas (total de exclusión = 4.97%).

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para medidas repetidas con el fin de determinar si existían diferencias según la ejecución (respuestas de contexto correcto, respuestas de contexto incorrecto y respuestas nuevas correctas). Los resultados mostraron que sí hubo diferencias significativas [ $F(2,32)=118.45$   $p<.0001$ ,  $\epsilon= 0.64$ ]. La prueba de Honestidad de Tukey indicó que hubo una diferencia significativa entre el porcentaje de respuestas de contexto correcto para ítems viejos y el porcentaje de respuestas correctas para ítems nuevos; también se encontró una diferencia significativa entre ítems viejos cuyo contexto fue recuperado incorrectamente y el porcentaje de respuestas correctas para ítems nuevos.

En la Tabla 4 se muestran los TR durante la fase de reconocimiento. Se realizó el mismo ANOVA anteriormente descrito para los datos de la ejecución. Los resultados mostraron que sí existieron diferencias significativas [ $F(2,32)= 40.99$   $p<.0001$ ,  $\epsilon = .73$ ]. El análisis *post-hoc* confirmó que los TR para ítems viejos con respuestas de contexto correcto difirió significativamente de los TR para los ítems nuevos correctos y de los TR para los ítems viejos con respuestas de contexto incorrecto; además, estos últimos difirieron entre sí.

**Tabla 4. Tiempos de reacción durante la fase de reconocimiento.**

		TR	DE
Ítems viejos	Contexto correcto	1346	235
	Contexto incorrecto	1524	311
	Error	1315	247
Ítems nuevos	Respuestas correctas	1082	121
	Respuestas incorrectas	1366	623

## Resultados fisiológicos

Los análisis de la primera ventana de medición entre 0 y 150 mseg fueron significativos en los datos de las derivaciones laterales para la interacción entre los factores ejecución (respuestas de contexto correcto, respuestas de contexto incorrecto y respuestas nuevas correctas) x Hemisferio [ $F(2,32) = 3.59$   $p = .04$ ,  $\epsilon = .92$ ]. El análisis *post-hoc* mostró que en el hemisferio izquierdo los ensayos con respuestas de contexto correcto (media = -1.66,  $EE = .35$ ) e incorrecto (media = -1.79,  $EE = .36$ ) fueron más positivos que los ensayos con respuestas nuevas correctas (media = -2.19,  $EE = .36$ ). Asimismo, la interacción Hemisferio x Electrodo resultó significativa [ $F(10,16) = 3.84$   $p = .007$   $\epsilon = .41$ ]. La Prueba de Honestidad de Tukey mostró que la amplitud en el electrodo CP4 (media = -2.35 y  $EE = .40$ ) fue más positiva en comparación con la de CP3 (media = -3.22 y  $EE = .53$ ).

En la ventana de medición entre 150 y 450 mseg los análisis de los datos de las derivaciones centrales (Fig. 1) fueron significativos para la interacción Ejecución x Electrodo [ $F(10,160) = 3.149$   $p = .038$ ,  $\epsilon = .28$ ]. El análisis *post-hoc* mostró que los ensayos de contexto correcto difirieron significativamente de los ensayos de respuestas nuevas correctas en todas las derivaciones centrales (Fz, FCz, Cz, CPz, Pz y Oz); y de los ensayos de contexto incorrecto en el electrodo Pz. A su vez, los ensayos de contexto incorrecto difirieron de los de respuestas nuevas correctas en Fz, FCz y Cz (Tabla 5).



**Tabla 5. Amplitud media y error estándar por tipo de respuesta en las derivaciones centrales entre los 150 y 450 mseg.**

	Contexto correcto Media	Error estándar	Contexto incorrecto Media	Error estándar	Nuevas correctas Media	Error estándar
Fz	1.00	.78	.81	.64	-.74	.74
FCz	.21	.65	-.35	.56	-1.60	.61
Cz	-.55	.58	-1.20	.54	-2.33	.64
CPz	-.65	.44	-1.22	.43	-1.84	.53
Pz	-1.30	.56	-2.13	.52	-2.69	.61
Oz	-2.17	.46	-2.80	.52	-3.14	.56

El análisis de los datos de las derivaciones laterales (Fig. 2 y 3) fue significativo para el factor Ejecución [ $F(2,32) = 5.82$   $p = .009$   $\epsilon = .91$ ], el análisis *post-hoc* mostró que los ensayos de contexto correcto (media =  $-.20$ ,  $EE = .41$ ) tuvieron una amplitud más positiva en comparación con los ensayos con respuestas nuevas correctas (media =  $-1.50$ ,  $EE = .45$ ). Del mismo modo, la interacción Ejecución x Hemisferio resultó significativa [ $F(2,32) = 4.11$   $p = .03$   $\epsilon = .88$ ]. La Prueba de Honestidad de Tukey indicó que en el hemisferio izquierdo las respuestas de contexto correcto y de contexto incorrecto generaron una señal más positiva en comparación con las respuestas nuevas correctas. Además, en el hemisferio derecho las respuestas de contexto correcto difirieron significativamente de las de contexto incorrecto y de las nuevas correctas; además, estas últimas difirieron entre sí (Tabla 6).

**Tabla 6. Amplitud media y error estándar en el hemisferio derecho e izquierdo según el tipo de respuesta entre los 150 y 450 mseg.**

	Contexto correcto		Contexto incorrecto		Nuevas correctas	
	Media	Error estándar	Media	Error estándar	Media	Error estándar
Hemisferio izquierdo	-.05	.41	-.45	.35	-1.6	.46
Hemisferio derecho	-.33	.43	-.82	.39	-1.38	.45

Los ANOVAS realizados en los datos entre 450 y 850 mseg para los electrodos centrales fue significativo para los factores Ejecución x Electrodo [ $F(10,160) = 4.08$   $p = .01$   $\epsilon = .28$ ]. La prueba de Honestidad de Tukey mostró que la amplitud en los ensayos de contexto correcto fue más positiva que en los de contexto incorrecto en FCz, Cz, CPz, Pz y Oz. Además, en Fz la señal en los ensayos de contexto correcto fue más positiva que en los ensayos de respuestas nuevas correctas. A su vez, éstos últimos fueron más positivos que los ensayos de contexto incorrecto en CPz, Pz, Oz (Tabla 7).

**Tabla 7. Amplitud media y error estándar entre los 450 y 850 mseg según el tipo de ensayo en derivaciones centrales.**

	Contexto correcto		Contexto incorrecto		Nuevas correctas	
	Media	Error estándar	Media	Error estándar	Media	Error estándar
Fz	5.56	.95	4.5	.75	4.17	.88
FCz	4.59	.79	3.47	.55	3.88	.63
Cz	3.76	.71	2.40	.57	3.27	.57
CPz	2.12	.52	.93	.45	2.11	.35
Pz	1.08	.80	-.71	.72	1.46	.46
Oz	-.59	.49	-2.01	.66	-.89	.40

En las derivaciones laterales el ANOVA resultó significativo para los factores Ejecución x Electrodo [ $F(20,320) = 3.58$   $p = .025$   $\epsilon = .13$ ]. El análisis *post-hoc* indicó que los ensayos de contexto correcto tuvieron una mayor amplitud que los ensayos de respuestas nuevas correctas en F3/4, F7/8, FT7/8, T7/8, TP7/8 y P7/8; los ensayos de contexto correcto fueron más positivos que los de contexto incorrecto en CP3/4, P3/4 y O1/2; y los ensayos de respuestas nuevas correctas fueron más positivos que los de contexto incorrecto en CP3/4 (Tabla 8).

**Tabla 8. Amplitud media y error estándar según el tipo de ensayo en derivaciones laterales entre los 450 y 850 mseg.**

	Contexto correcto		Contexto incorrecto		Nuevas correctas	
	Media	Error estándar	Media	Error estándar	Media	Error estándar
F3,4	6.39	1.02	5.23	.81	4.60	.775
FC3,4	4.59	.66	3.59	.49	3.80	.488
C3,4	3.32	.60	2.10	.44	2.68	.453
CP3,4	2.46	.68	.80	.61	2.14	.41
P3,4	1.00	.62	-.44	.67	.70	.41
O1,2	-.78	.47	-2.19	.64	-1.28	.40
F7,8	6.25	1.02	5.24	1.18	4.31	.92
FT7,8	4.69	.75	3.80	.71	2.71	.65
T7,8	3.85	.71	2.70	.53	2.00	.51
TP7,8	2.25	.41	1.07	.63	.75	.42
P7,8	.64	.54	-.63	.74	-.70	.41

Entre los 850 y 1200 mseg, el ANOVA resultó significativo para la interacción Ejecución x electrodo [ $F(10,160) = 5.28$   $p = .003$   $\epsilon = .29$ ] en derivaciones centrales. El análisis *post-hoc* indicó que los ensayos con respuestas nuevas correctas fueron

más positivos que los ensayos de contexto incorrecto en CPZ, Pz y Oz. Asimismo, los ensayos de contexto correcto fueron más positivos que los de contexto incorrecto en CPz (Tabla 9).

**Tabla 9. Amplitud media y error estándar por tipo de ensayo en las derivaciones centrales entre los 850 y 1200 mseg.**

	Contexto correcto		Contexto incorrecto		Nuevas correctas	
	Media	Error estándar	Media	Error estándar	Media	Error estándar
Fz	2.42	1.11	2.30	.87	1.59	1.11
FCz	.78	1.12	.61	.87	.83	.84
Cz	-.28	.97	-1.01	.76	.14	.78
CPz	-1.37	.81	-2.34	.61	-.60	.51
Pz	-2.75	.99	-4.30	.84	-1.78	.69
Oz	-2.06	.62	-3.20	.69	-1.75	.47

El análisis de los datos de las derivaciones laterales resultó significativo para la interacción entre los factores Ejecución x electrodo [ $F(20,320) = 3.46$   $p = .03$   $\epsilon = .12$ ]. Los ensayos de contexto correcto (media = 3.10,  $EE = 1.21$ ) difirieron significativamente de los ensayos con respuestas nuevas correctas (media = 1.33,  $EE = .95$ ) en los electrodos FT7,8; los ensayos de contexto incorrecto (CP3,4: media = -3.01,  $EE = .77$ ; P3,4: media = -3.53,  $EE = .71$ ) difirieron significativamente de los ensayos con respuestas nuevas correctas (CP3,4: media = -.90,  $EE = .69$ ; P3,4: media = -1.77,  $EE = .55$ ).

Fase de  
recuperación

F  
z

FCz

Cz

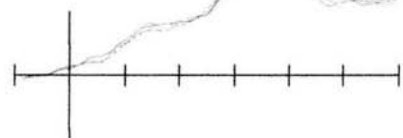
CPz

Pz

Oz

— Contexto correcto  
— Contexto incorrecto  
— Nuevas correctas

EOG



5  $\mu$ V  
-  
+

-0.2 0 0.2 0.4 0.6 0.8 1.0 1.2

Fig. 1 Gran promedio de los potenciales evocados de las derivaciones centrales para los ensayos con recuperación correcta del contexto, recuperación incorrecta del contexto y nuevos correctos.

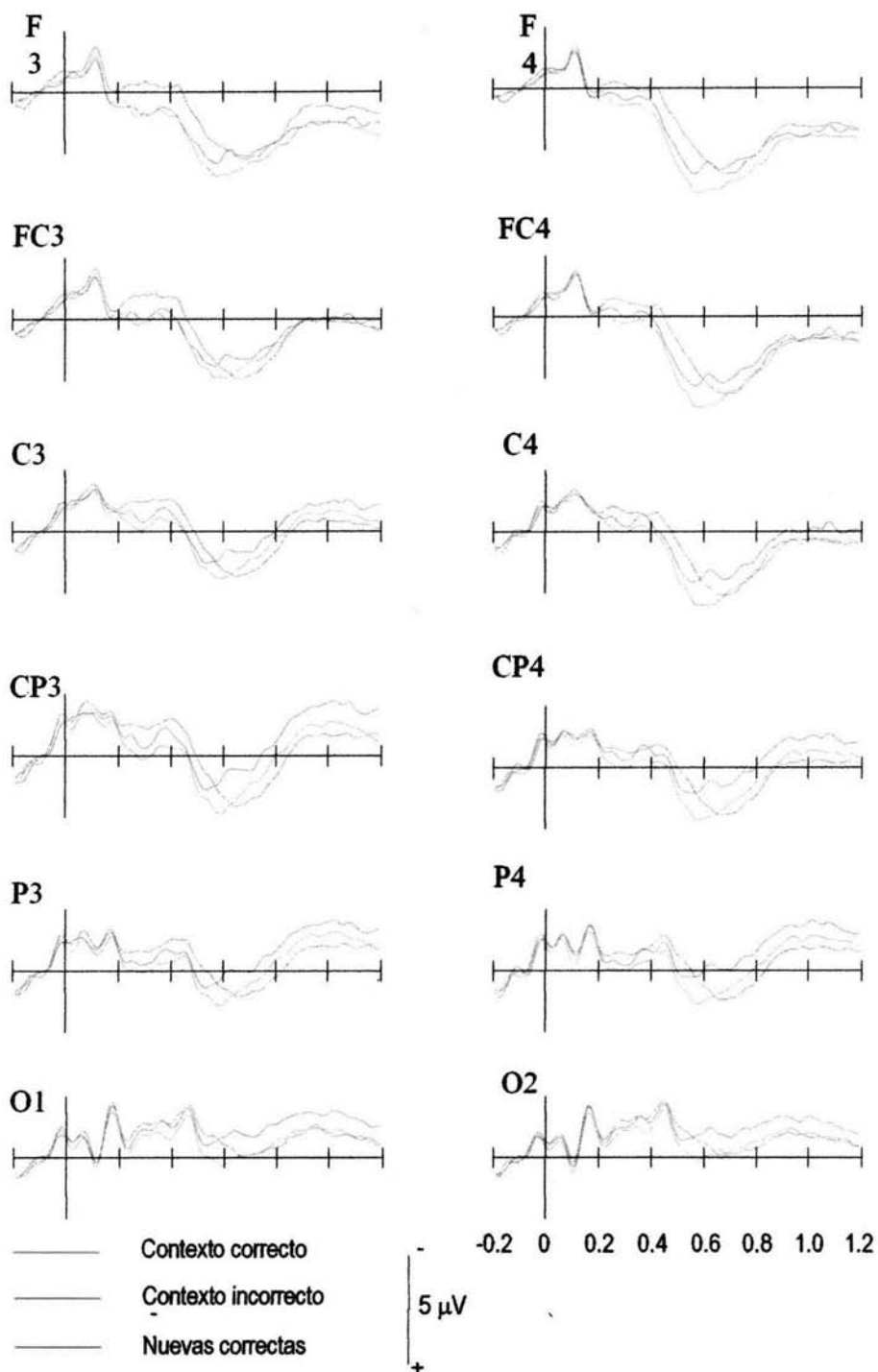


Fig. 2 Gran promedio de los potenciales evocados de las derivaciones laterales para los ensayos con recuperación correcta del contexto, recuperación incorrecta del contexto y nuevos correctos.

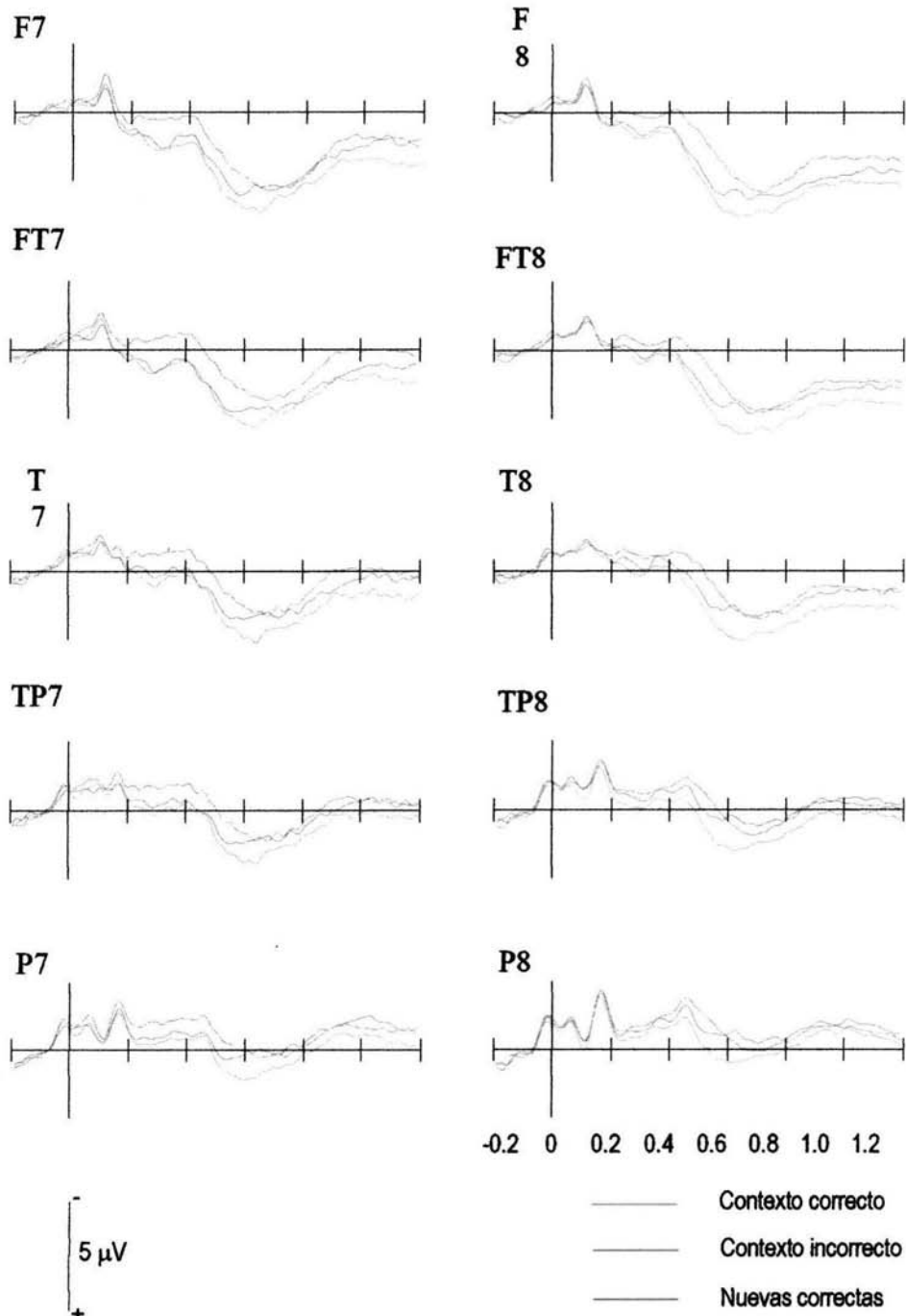


Fig. 3 Gran promedio de los potenciales evocados de las derivaciones laterales para los ensayos con recuperación correcta del contexto, recuperación incorrecta del contexto y nuevos correctos.

## DISCUSIÓN

Los resultados conductuales mostraron que los tiempos de reacción (TR) fueron menores para las respuestas correctas ante los estímulos nuevos seguido de las respuestas de contexto correcto y de las respuestas de contexto incorrecto que consumieron mayor tiempo. Zhang, Begleiter, Porjesz, Wang y Litke (1995) propusieron que los tiempos de reacción más cortos en ítems repetidos (anteriormente presentados) se deben a un registro previo que se hizo del estímulo y que facilita su reconocimiento. Van Petten *et al.* (2000) reportaron que las tareas de reconocimiento del contexto son ejecutadas jerárquicamente, es decir, primero se evalúa si el ítem fue o no presentado previamente, y posteriormente se analiza la localización espacial del mismo. En el presente estudio, los menores TR para los estímulos nuevos correctamente identificados en comparación con las respuestas ante los estímulos viejos (correctas e incorrectas) indica que los sujetos tardaron más tiempo ante los estímulos viejos al tratar de recuperar el contexto en que este se había presentado. Lo anterior coincide con la propuesta de Van Petten *et al.* (2000), al parecer ocurre una adición del tiempo invertido en el reconocimiento y en la búsqueda del contexto, lo que prolonga los TR. Asimismo, el esfuerzo de recuperar el contexto anula la ventaja que tienen los estímulos viejos sobre los nuevos observada por Zhang *et al.* (1995). La diferencia en los TR entre las respuestas de contexto correcto e incorrecto indica el mayor tiempo invertido por los sujetos en la búsqueda del contexto en su memoria, a pesar de que no lo podrá recuperar. Este tipo de diferencias entre respuestas correctas e incorrectas se ha observado consistentemente en la literatura (*v. gr.* Cansino y Téllez-Alanís, 2000).



Uno de los objetivos del presente estudio fue describir las diferencias electrofisiológicas generadas por la recuperación correcta e incorrecta del contexto. Algunos autores (Wilding y Rugg, 1996; Rugg y Schloerscheidt, 1996; Trott *et al.*, 1997) han reportado que los PRE elicidados al utilizar el paradigma recordado/conocido generan dos efectos: el primero consiste en una mayor positividad en los electrodos colocados en regiones parietales, entre los 400 y 800 mseg postestímulo, el cual ha sido asociado a la recuperación del ítem; mientras que el segundo efecto ocurre entre los 700 y 1200 mseg postestímulo aproximadamente y presenta una mayor positividad en electrodos colocados en regiones frontales y se ha relacionado con la recuperación de información sobre el contexto. Estos hallazgos se han derivado de investigaciones realizadas con palabras como estímulo, en el presente experimento se utilizaron imágenes. Cycowicz *et al.* (2001) reportaron que una de las ventajas de las imágenes sobre las palabras es que las primeras son más resistentes al olvido, ya que son codificadas tanto perceptual como semánticamente. Por su parte, Schloerscheidt y Rugg (1997) reportaron un desplazamiento del primer efecto descrito a derivaciones frontales cuando los sujetos realizaron una tarea de reconocimiento con imágenes complejas y ricas visualmente.

A pesar del creciente interés por conocer los correlatos electrofisiológicos elicitados durante la recuperación del contexto, sólo en algunos de estos estudios se ha comparado la recuperación correcta e incorrecta del contexto (Wilding y Rugg, 1996; Wilding, 1999; Van Petten *et al.*, 2000; Graham *et al.*, 2001; Cycowicz *et al.*, 2001; Senkfor y Van Petten, 2002 y Cansino *et al.*, 2002), ya que en la mayoría se comparan las respuestas correctas de contexto con las respuestas correctas ante

estímulos nuevos, esto se debe a que generalmente el número de ensayos de contexto incorrecto no es suficiente para analizarlos mediante la técnica de PRE. Wilding y Rugg (1996) utilizaron palabras como estímulos presentadas auditivamente y encontraron una mayor amplitud de un componente positivo frontal en el hemisferio derecho durante la recuperación correcta del contexto en comparación con la recuperación incorrecta. Por su parte, Graham *et al.* (2001) utilizaron caras como estímulos y encontraron un efecto frontal similar al de Wilding y Rugg (1996), además de un componente parietal (550 a 750 mseg) que no difirió significativamente entre ambas condiciones (recuperación correcta e incorrecta del contexto), lo cual los llevó a sugerir que este componente es insensible a la recuperación del contexto. Estos autores sugirieron que el componente parietal refleja la recuperación del ítem en la que interviene el lóbulo temporal medial. Por su parte, Van Petten *et al.* (2000) encontraron que las imágenes categorizadas de forma correcta como viejas y cuya posición fue correctamente recordada elicitaron un componente positivo de mayor amplitud en comparación con las respuestas de contexto incorrectas. Este componente se distribuyó en todo el pericráneo pero fue mayor en los electrodos prefrontales.

A diferencia de Graham *et al.* (2001) quienes no encontraron diferencias significativas entre respuestas de contexto correcto e incorrecto en regiones parietales (P3/4 y Pz), sino sólo entre respuestas correctas ante estímulos nuevos y viejos, en el presente estudio, sí se encontraron diferencias en función del recuerdo del contexto. Este tipo de ensayos generaron una mayor amplitud que los ensayos con respuestas de contexto incorrecto en un componente positivo entre los 150 y 450 mseg en Pz y en todo el hemisferio derecho, efecto que no se observó en el

hemisferio izquierdo. Entre los 450 y 850 mseg también se observó una mayor amplitud para los ensayos de contexto correcto con respecto a los incorrectos en FCz, Cz, CPz, Pz y Oz y en los electrodos laterales de ambos hemisferios CP3/4, P3/4 y O1/2. Por lo tanto, los PRE en regiones parietales no son sensibles sólo a la recuperación del ítem como sugiere Graham *et al.* (2001), sino también a la recuperación del contexto. Cykowicz *et al.* (2001) también observaron diferencias de amplitud entre ensayos con respuestas de contexto correcto e incorrecto en electrodos posteriores entre los 260 y 615 mseg, en este estudio el contexto consistió en recordar el color de las imágenes. Una posible explicación al hecho de haber encontrado diferencias en función de la recuperación o no del contexto en electrodos colocados en zonas parietales puede basarse en el modelo propuesto por Moscovitch (2000). Este autor propone un modelo explicativo de la relación entre el lóbulo temporal medial (LTM) y los lóbulos frontales: la información que sale del hipocampo es transmitida a los lóbulos frontales; estos lóbulos trabajan con esta información y la vuelven consciente, además le agregan datos espaciotemporales que no necesariamente fueron registrados por el sistema hipocampal. En este modelo, la corteza prefrontal es responsable de organizar estratégicamente la salida de información del sistema hipocampal. Por lo tanto, la diferencia en amplitud observada en latencias tempranas y en electrodos posteriores cuando se comparan el reconocimiento correcto y las respuestas correctas ante estímulos nuevos, y que se conoce con el nombre de efecto viejo/nuevo (Wilding y Rugg, 1996), refleja un reconocimiento desprovisto de información sobre el contexto en que ésta fue proporcionada (recuperación hipocampal). En contraste, la presencia de actividad posterior al igual que de actividad frontal durante el reconocimiento correcto refleja el recuerdo del ítem y de alguna información sobre el contexto que ha sido recuperada

bajo la dirección de la corteza prefrontal. Este modelo permite comprender los hallazgos del presente estudio, en que se observó una mayor amplitud positiva en los ensayos de contexto correcto en comparación con los incorrectos en todos los electrodos del hemisferio derecho desde regiones frontales hasta occipitales en latencias tempranas y en todos los electrodos de la línea media, lo que indica que intervinieron tanto regiones hipocampales como prefrontales en el desarrollo de la tarea.

Por otra parte, Wilding y Rugg (1996) reportaron que cuando el sujeto recupera exitosamente información sobre el contexto se presenta una diferencia de amplitud entre respuestas de contexto correctas e incorrectas en los electrodos frontales del hemisferio derecho. Los resultados de este estudio y los reportados por Van Petten *et al.* (2000) y por Cycowicz *et al.* (2001) no muestran dicha lateralización. En el presente experimento la comparación de respuestas de contexto correctas con incorrectas mostró, como ya se mencionó, diferencias significativas en los electrodos de la línea media: FCz, Cz, CPz, Pz, Oz y bilateralmente en regiones centroparietales y occipitales entre los 450 y 850 mseg. Cycowicz *et al.* (2001) únicamente encontraron una diferencia entre estos tipos de ensayo con una distribución frontal cuando realizaron un análisis topográfico de sus datos: los ensayos correctos generaron una mayor amplitud que los incorrectos al igual que en el presente estudio.

Probablemente, las diferencias en los resultados entre los estudios citados se deban al tipo de estímulos y las tareas que se utilizaron. Wagner (1999) propuso que la actividad en regiones prefrontales en tareas de memoria episódica se modifica si el sujeto está codificando o recuperando información o por la naturaleza del material que está siendo procesado. Wilding y Rugg (1996) utilizaron palabras presentadas

auditivamente y el contexto que evaluaron fue la voz, femenina o masculina, en que se presentaron las palabras; en cambio, en el presente experimento se utilizaron imágenes de objetos comunes y se evaluó la localización espacial en que se habían presentado como contexto. Con base en lo anterior, es de esperarse que la distribución de la señal electrofisiológica se modifique. Sin embargo, Mecklinger y Müller (1996) y Mecklinger (1998) reportaron que cuando los sujetos responden al reconocimiento de un objeto se presenta mayor amplitud en electrodos colocados en zonas frontales; en cambio, cuando el sujeto responde a la localización espacial del mismo se observa una mayor amplitud en electrodos colocados en zonas parieto-occipitales.

Por su parte, Cycowicz *et al.* (2001) proponen que cuando la naturaleza de la información es perceptual (más que semántica) es razonable asumir que este tipo de información se almacenó en regiones corticales que originalmente procesaron este tipo de información (por ejemplo, regiones occipitales). En el presente estudio, el hecho de haber evaluado un atributo perceptual, el cuadrante en que se presentó la imagen, como información de contexto, explica que se hayan observado diferencias de amplitud en regiones occipitales. En el presente experimento los sujetos realizaron una tarea de clasificación semántica durante la fase de codificación (natural/artificial); mientras que en la fase de reconocimiento, los sujetos prácticamente realizaron dos tareas en cada ensayo: reconocer la imagen y recuperar su localización espacial. Estos resultados coinciden con lo que proponen los autores antes mencionados, el reconocimiento del ítem generó actividad en zonas posteriores mientras que la recuperación de la localización espacial (contexto) generó actividad en zonas frontales. Por esta razón, la actividad no sólo se reflejó en zonas frontales o sólo en zonas parietales sino a lo largo de la línea media y en

todos los electrodos del hemisferio derecho. Además, los resultados obtenidos con la técnica de IRMfe han mostrado que la recuperación del contexto de forma correcta genera actividad en la corteza prefrontal izquierda y derecha (Cansino *et al.*, 2002).

Por otra parte, los resultados muestran que la recuperación correcta del contexto generó una amplitud más positiva en latencias tardías que se prolonga hasta el final de la época en comparación con las respuestas correctas ante estímulos nuevos y con las respuestas de contexto incorrectas, lo cual coincide con los hallazgos de Wilding y Rugg (1996). A su vez, estos investigadores al igual que Graham *et al.* (2001) observaron que la recuperación incorrecta del contexto generó una señal más positiva en comparación con las respuestas correctas ante imágenes nuevas entre los 500 y 800 mseg aproximadamente. En el presente estudio no se observó esta diferencia de amplitud en las mismas latencias sino en latencias más tempranas antes de los 450 mseg. La recuperación incorrecta del contexto en el hemisferio izquierdo generó una mayor positividad que las respuestas correctas ante estímulos nuevos. Sin embargo, los ensayos correctos ante imágenes nuevas generaron una señal más positiva en comparación con los ensayos de contexto incorrecto entre los 450 y 850 mseg y entre los 850 y 1200 mseg en Pz y Oz. Puce, Andrewes, Berkovic y Bladin (1991) reportaron que el componente N400 es mayor para ítems nuevos en comparación con ítems repetidos sin ningún efecto de lateralización. Por su parte, Finnigan, Humphreys, Dennis y Geffen (2002) sugirieron que el componente N400 (que abarca de los 300 a los 500 mseg aproximadamente) se relaciona con la fuerza mnémica que tiene un ítem; mientras que el complejo positivo tardío (CPT) centro-parietal que ellos midieron entre los 500 y 800 mseg se

relaciona con la exactitud en el reconocimiento. Además, Allan *et al.* (1998) y Rugg, Schloerscheidt y Mark (1998) sugirieron que el CPT refleja un reconocimiento que es sensible a la cantidad de información de contexto que es recuperada. Los resultados obtenidos en el presente estudio, que consisten en una mayor positividad durante las respuestas correctas ante estímulos nuevos en comparación con la recuperación incorrecta del contexto entre los 450 y 850 mseg, reflejan la mayor exactitud del sujeto para responder ante los estímulos nuevos que ante los ensayos de contexto incorrecto si consideramos que la actividad en estas latencias corresponde a la del CPT.

## CONCLUSIONES

Los resultados del presente experimento mostraron que existen diferencias electrofisiológicas entre la recuperación correcta y la recuperación incorrecta del contexto. En las latencias entre 150 y 450 mseg los ensayos de contexto correcto difirieron de los incorrectos en Pz y en todas las derivaciones del hemisferio derecho. Mientras que entre 450 y 850 mseg se observaron diferencias entre estos dos tipos de ensayos en FCz, Cz, CPz, Pz y Oz y en los electrodos laterales CP3/4, P3/4 y O1/2. La amplitud media fue más positiva en los ensayos en los que la recuperación del contexto fue correcta en comparación con los ensayos incorrectos en todas las ventanas de medición. Esta diferencia de amplitud fue más evidente entre los 450 y 850 mseg postestímulo. Existe evidencia empírica de que la amplitud de la señal electrofisiológica se relaciona con la eficiencia con que el cerebro resuelve una tarea (Finnigan *et al.*, 2002). Una mayor amplitud de la señal ante la recuperación correcta del contexto implica que el sujeto empleó un mayor número de recursos que le permitieron tener una mejor eficiencia durante la tarea en comparación con la condición de recuperación incorrecta.

Las respuestas nuevas correctas generaron una amplitud más positiva que la recuperación incorrecta del contexto entre los 450 y 850 mseg postestímulo, lo que sugiere que en estos últimos, la insuficiente información sobre el contexto se asocio a una actividad electrofisiológica de menor amplitud que ante la detección de estímulos nuevos.



## LIMITACIONES Y SUGERENCIAS

En el presente experimento no se contempló el análisis de los datos de la fase de codificación, sin embargo, sería interesante y de gran utilidad poder analizar el efecto subsecuente de memoria con estos datos. En este análisis se describirían y analizarían los componentes (amplitud y latencia) de los ensayos de la fase de codificación que fueron posteriormente recordados correctamente en la fase de reconocimiento. De esta manera, se obtendría información que nos permitiría describir la señal asociada a la recuperación del contexto de aquella elicitada por su subsecuente olvido.

Otra sugerencia que se deriva de este experimento es la de realizar el análisis de la señal generada por las falsas alarmas (imágenes nuevas clasificadas como previamente presentadas) y de los errores (imágenes viejas categorizadas incorrectamente como nuevas) y compararlas con la señal producida por las clasificaciones correctas (tanto de imágenes nuevas como viejas). Sin embargo, con el diseño empleado en este estudio esto no fue posible porque se obtuvieron pocos ensayos en estas categorías como para poder analizarse mediante la técnica de PRE.

La técnica de PRE proporciona información temporal (en el orden de los mseg) pero no información espacial, ésta se puede obtener mediante la técnica de IRMfe. Por lo anterior, el presente estudio proporcionó información complementaria a los hallazgos previamente obtenidos con la técnica de IRMfe mediante el desarrollo de un experimento similar al que aquí se realizó.

## REFERENCIAS

- Allan K., Wilding E. y Rugg M. (1998) Electrophysiological evidence for dissociable process contributing to recollection. *Acta Psychologica* 98: 231-252.
- Allan K., Wolf H., Rosenthal C. y Rugg M. (2001) The effect of retrieval cues on post-retrieval monitoring in episodic memory: An electrophysiological study. *Cognitive Brain Research* 12: 289-299.
- Ashcraft M. (1994) *Human memory and cognition*. Harper Collins College Publishers. Second Edition, pp. 3-37.
- Bar M., Tootell R., Schacter D., Greve D., Fische B., Mendola J., Rosen B. y Dale A. (2001) Cortical mechanisms specific to explicit visual object recognition. *Neuron* 29: 529-535.
- 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.
- Bower G. (2000) A brief history of memory. En E. Tulving y F.I.M. Craik (Eds.) *The Oxford Handbook of Memory*.(pp. 3-32) New York:Oxford University Press.
- Brown S. y Craik F.I.M. (2000) Encoding and retrieval of information. En E. Tulving y F.I.M. Craik (Eds.) *The Oxford Handbook of Memory*.(pp. 93-107) New York:Oxford University Press.
- Cansino y Téllez-Alanís B. (2000) ERPs elicited by a cognitive incongruity paradigm: a semantic memory study. *Neuroreport* 11(5): 977-981.
- Cansino S., Maquet P., Dolan R. y Rugg M. (2002) Brain activity underlying encoding and retrieval of source memory. *Cerebral Cortex* Oct 12: 1048-1056.
- 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.
- Cycowicz Y., Friedman D. y Snodgrass J. (2001) Remembering the color of objects: an ERP investigation of source memory. *Cerebral Cortex*. Apr. 11: 322-334.
- Dobbins I., Rice H., Wagner A. y Schacter D. (2003) Memory orientation and success: separable neurocognitive components underlying episodic recognition. *Neuropsychologia* 41:318-33.

- Donaldson D. y Rugg M. (1998) Recognition memory for new associations: electrophysiological evidence for the role of recollection. *Neuropsychologia* 36(5):377-395.
- 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* 55 (1): 1-9.
- Fernández G., Weyerts H., Tendolkar I., Smid H., Scholz M. y Heinze H. (1998) Event-related potentials of verbal encoding into episodic memory: Dissociation between the effects of subsequent memory performance and distinctiveness. *Psychophysiology*, 35: 709-720.
- Finnigan S., Humphreys M., Dennis S. y Geffen G. (2002) ERP "old/new" effects: memory strength and decisional factor(s). *Neuropsychologia* 40, 2288-2304.
- Folstein M., Folstein S. y McHung, 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. (2000) Event-related brain potential investigations of memory and aging. *Biological Psychology* 54: 175-206.
- Gardiner & Richardson-Klavehn (2000). Remembering and knowing. En E. Tulving y F.I.M. Craik (Eds.) *The Oxford Handbook of Memory*.(pp 229-243) New York:Oxford University Press.
- Graham R. y Cabeza R. (2001) Dissociating the neural correlates of item and context memory: an ERP study of face recognition. *Canadian Journal of Experimental Psychology* 55 (2): 154-161.
- Haberlandt K. (1999) Memory and Brain. En *Human memory: exploration and application* (pp. 41-69) United States of America: Allyn y Bacon.
- Henson R., Rugg M., Shallice T., Josephs O. y Dolan R. (1999) Recollection and familiarity in recognition memory: an event related functional magnetic resonance imaging study. *The Journal of Neuroscience* 19 (10): 3962-3972.
- Jennings J. y Wood C.C. (1976) The  $\epsilon$ -adjustment procedure for repeated-measures analysis of variance. *Psychophysiology* 13 (3): 277-278.
- Johnson K., Kounios J. y Nolde S. (1997) Electrophysiological brain activity and memory source monitoring. *Neuroreport* 8: 1317-1320.
- Knowlton B. (1998) The relationship between remembering and knowing: a cognitive neuroscience perspective. *Acta Psychologica* 98: 253-265.

- Loeches M. y Rubia F. (1997) Encoding into working memory of spatial location, color, and shape: electrophysiological investigations. *Intern. J. Neuroscience* Vol 91 (3-4) pp. 277-294.
- Luck S. y Girelli M. (2000) Electrophysiological approaches to the study of selective attention in the human brain. En Parasuraman.(Eds.) *The Attentive Brain*. Massachusetts: Bradford Book.
- Mayes A. y Roberts N. (2001) Theories of episodic memory. En Baddeley A. (Eds) *Episodic Memory. New directions in research.* (pp. 86-109) Great Britain:Oxford University Press.
- Mecklinger A. y Müller N. (1996) Dissociations in the processing of 'what' and 'where' information in working memory: an event-related potential analysis. *Journal of Cognitive Neuroscience* 8 (5): 453-473.
- Mecklinger A. (1998) On the modularity of recognition memory for object form and spatial location: a topographic ERP analysis. *Neuropsychologia* 36 (5): 441-460.
- Meiser T. y Bröder A. (2002) Memory for multidimensional source information. *Journal of Experimental Psychology* 28(1): 116-137.
- Moscovitch M. (2000) Theories of memory and consciousness. En E. Tulving y F.I.M. Craik (Eds.) *The Oxford Handbook of Memory.*(pp. 609-625) New York:Oxford University Press.
- Otten L. y Rugg M. (2001) Electrophysiological correlates of memory encoding are task-dependent. *Cognitive Brain Research* 12: 11-18.
- Pihlajamäki M., Tanila H., Hänninen T., Könönen M., Mikkonen M., Jalkanen V., Partanen K., Aronen H. y Soininen H. (2003) Encoding of novel picture pairs activates the perirrhinal cortex: An fMRI study. *Hippocampus* 13: 67-80.
- Polich J. (1993) Cognitive brain potentials. *Currents directions in psychology science* 2(6): 175-179.
- Puce A., Andrewes D., Berkovic S. y Bladin P. (1991) Visual recognition memory. Neurophysiological evidence for the role of temporal white matter in man. *Brain* 114, 1647-1666.
- Ranganath C. y Paller K. (1999) Frontal brain potentials during recognition are modulated by requirements to retrieve perceptual detail. *Neuron* 22: 605-613.
- Ranganath C. y Paller K. (2000) Neural correlates of memory retrieval and evaluation. *Cognitive Brain Research* 9: 209-222.
- Rains D. (2004) Principios de Neuropsicología Humana. México: McGraw Hill.

- Riccio D. y Spear N. (1994) *Memory. Phenomena and Principles*. Ed. Allyn and Bacon. (pp. 53-83, 151-175). United States of America.
- Ruchkin D. (1988) Measurement of event-related potentials: signal extraction. En T.W. Picton (Ed.) *Human Event Related Potentials. EEG Handbook revised series*. Vol. 3. (pp. 7-43) Elsevier Science Publishers B.V.
- Rombouts S., Scheltens P., Machielsen W., Barkhof F., Hoogenraad F., Veltman D., Valk J. y Witter M. (1999) Parametric fMRI analysis of visual encoding in the human medial temporal lobe. *Hippocampus* 9: 637-643.
- Rugg M., Schloerscheidt A., Doyle M., Cox C. y Patching G. (1996) Event-related potentials and the recollection of associative information. *Cognitive Brain Research* 4: 297-304.
- Rugg M., Schloerscheidt A. y Mark R. (1998) An electrophysiological comparison of two indices of recollection. *Journal of Memory and Language* 39, 47-69.
- 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.
- Schloerscheidt A. y Rugg M. (1997) Recognition memory for words and pictures: an event-related potential study. *Neuroreport* 8: 3281-3285.
- Senkfor A., Van Petten C. y Kutas M. (2002) Episodic action memory for real objects: an ERP investigation with perform, watch, and imagine action encoding tasks versus a non-action encoding task. *Journal of Cognitive Neuroscience* 14 (3): 402-419.
- Slotnick S., Moo L., Segal J. y Hart John Jr. (2003) Distinct prefrontal cortex activity associated with item memory and source memory for visual shapes. *Cognitive Brain Research* 17:75-82.
- Squire , L.R. (1987) *Memory and Brain*. New York: University Press.
- Squire L. R. y Zola S. (1998) Episodic memory, semantic memory and amnesia. *Hippocampus* 8: 205-211.
- Stark C. y Squire L.R. (2000) fMRI activity in the medial temporal lobe during recognition memory as a function of study-test interval. *Hippocampus* 10: 329-337.
- Téllez B. (2000) *Memoria a largo plazo y potenciales relacionados a eventos: conocimientos adquiridos de forma natural*. Tesis de Maestría. UNAM. Facultad de Psicología.

- Trott C., Friedman D., Ritter W. y Fabiani M. (1997) Item and source memory: differential age effects revealed by event-related potentials. *Neuroreport* 8: 3373-3378.
- Tulving (1972) *Organization of memory*. Academic Press. 382-403.
- Tulving E. (2002) Episodic memory: from mind to brain. *Annu. Rev. Psychol.* 53: 1-25.
- Van Petten C., Senkfor A. y Newberg W. (2000) Memory for drawings in locations: spatial source memory and event-related potentials. *Psychophysiology* 37: 551-564.
- Wagner A. (1999) Working memory contributions to human Learning and remembering. *Neuron* 22:19-22.
- Wechsler, D. (1981) The psychometric tradition: Developing the Wechsler Adult Intelligence Scale. *Contemporary Educational Psychology* 6(2), 82-85.
- Wilding E. y Rugg M. (1996) An event-related potential study of recognition memory with and without retrieval of source. *Brain* 119: 889-905.
- Wilding E. (1999) Separating retrieval strategies from retrieval success: an event-related potential study of source memory. *Neuropsychologia* 37: 441-454.
- Wood C. y Allison T. (1981) Interpretation of Evoked potentials: a neurophysiological perspective. *Canad. J./Rev. Canad. Psychol.*, 35 (2): 113-135.
- Zhang X., Begleiter H., Porjesz B., Wang W. y Litke A. (1995) Event related potentials during object recognition tasks. *Brain Research Bulletin* 38 (6): 531-538.
- Zola-Morgan y Squire L. R. (1993) Neuroanatomy of memory. *Annu.Rev. Neurosci.* 16:547-63.
- Zola M. y Squire L.R. (2000) The medial temporal lobe and the hippocampus En E. Tulving y F.I.M. Craik (Eds.) *The Oxford Handbook of Memory*.(pp. 485-499) New York:Oxford University Press.