



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
PROGRAMA DE MAESTRIA Y DOCTORADO EN PSICOLOGIA  
NEUROCIENCIAS DE LA CONDUCTA

## **El proceso de enlace durante la codificación y el reconocimiento de información episódica**

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
DOCTOR EN PSICOLOGIA

PRESENTA:

**FRINE ELENA NATALIE TORRES TREJO**

TUTORA

**DRA. CARMEN SELENE CANSINO ORTIZ**  
Facultad de Psicología

**DRA. IRMA YOLANDA DEL RÍO PORTILLA**  
Facultad de Psicología

**DRA. MARÍA GUILLERMINA YAÑÉZ TÉLLEZ**  
Facultad de Estudios Superiores Iztacala

**DRA. MARIA ASUNCIÓN CORSI CABRERA**  
Facultad de Psicología

**DR. JORGE GERSENOWIES RODRÍGUEZ**  
Facultad de Estudios Superiores Iztacala

MÉXICO, D. F. OCTUBRE DE 2016



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.

## Índice

<b>Resumen</b>	<b>3</b>
<b>Antecedentes</b>	
<b>1. Binding y memoria episódica</b>	<b>4</b>
<b>1.1. El proceso de <i>binding</i> en la memoria episódica</b>	<b>4</b>
<b>2. Estudio experimental del binding en la memoria episódica</b>	<b>7</b>
<b>2.1. Estudios conductuales</b>	<b>7</b>
<b>2.1.1. <i>Binding</i> un elemento</b>	<b>9</b>
<b>2.1.2. <i>Binding</i> elemento-contexto</b>	<b>10</b>
<b>2.1.3. <i>Binding</i> elemento-elemento</b>	<b>12</b>
<b>2.1.4. Errores en el recuerdo de información episódica</b>	<b>13</b>
<b>3. Estudios con Potenciales Relacionados a Eventos (PRE)</b>	<b>15</b>
<b>3.1. Técnica de PRE</b>	<b>15</b>
<b>3.3. <i>Binding</i> en la memoria episódica estudiada con PRE</b>	<b>19</b>
<b>3.3.1. <i>Binding</i> un elemento</b>	<b>19</b>
<b>3.3.2. <i>Binding</i> elemento-contexto</b>	<b>22</b>
<b>3.3.3. <i>Binding</i> elemento-elemento</b>	<b>24</b>
<b>Justificación</b>	<b>28</b>
<b>Planteamiento del problema</b>	<b>29</b>
<b>Pregunta de Investigación</b>	<b>30</b>
<b>Objetivos</b>	<b>30</b>
<b>Hipótesis conductuales</b>	<b>31</b>
<b>Hipótesis fisiológicas</b>	<b>32</b>
<b>Método</b>	<b>32</b>
<b>Participantes</b>	<b>32</b>
<b>Aparatos</b>	<b>33</b>
<b>Estímulos</b>	<b>34</b>
<b>Procedimiento</b>	<b>36</b>
<b>Registro</b>	<b>38</b>
<b>Análisis Estadístico</b>	
<b>Datos Conductuales</b>	<b>39</b>
<b>Datos Fisiológicos</b>	<b>41</b>
<b>Resultados</b>	
<b>Resultados Conductuales</b>	<b>45</b>
<b>Codificación</b>	<b>45</b>
<b>Reconocimiento</b>	<b>46</b>
<b>Recuperación</b>	<b>48</b>
<b>Resultados Fisiológicos</b>	<b>53</b>
<b>Reconocimiento</b>	<b>56</b>
<b>Discusión</b>	<b>58</b>
<b>Conclusiones</b>	<b>64</b>
<b>Referencias</b>	<b>67</b>

## Agradecimientos

La presente investigación se llevó a cabo con el apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT 238826) y de la Dirección General de Apoyo al Personal Académico de la Universidad Nacional Autónoma de México a través del Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT IG300115).

## Resumen

El objetivo del presente estudio fue determinar si el proceso de *binding* (en español enlace) es igualmente efectivo, para codificar, reconocer y recuperar información episódica, según el número de elementos contenidos en el estímulo, así como determinar si procesos de familiaridad y/o recolección están mediando el recuerdo de la información episódica. Asimismo, establecer si las respuestas neurofisiológicas durante el reconocimiento difieren entre dos y tres elementos.

Se realizó un experimento utilizando el paradigma viejo/nuevo modificado en el reconocimiento, para estudiar los procesos de recolección y familiaridad que subyacen al *binding* relacional. En la fase de codificación los participantes clasificaron semánticamente (natural-artificial-ambos) estímulos con dos o tres elementos, representando objetos comunes. En la fase de reconocimiento, discriminaron dichos estímulos; como “viejos” si eran los mismos a los presentados durante la codificación, como “viejos modificados” si uno de los elementos no correspondía al evento originalmente codificado, o como “nuevos” si no los habían codificado. Para medir la recuperación, se utilizó una tarea de recuerdo con claves, presentando los estímulos viejos modificados correctamente identificados en la fase de reconocimiento. Los resultados conductuales mostraron que la codificación para estímulos de dos y tres elementos es equivalente, sin embargo el tiempo de reacción es mayor para los últimos. El reconocimiento de información es menor en presencia de estímulos con tres elementos, únicamente para los estímulos viejos modificados, implicando esto, procesos de recolección en tareas de reconocimiento. Para corroborar esta noción, la tarea de recuerdo con claves contó con la información correctamente recolectada de la fase anterior. Asimismo demuestra que existen procesos de familiaridad implicados en tareas de recuperación mediante las diferencias entre respuestas correctas y errores entre elemento.

Los potenciales relacionados a eventos (PRE) medidos en el reconocimiento reportaron una mayor amplitud para los estímulos correctamente identificados de tres elementos, que para los de dos sin importar el tipo de estímulo. Los estímulos viejos reportaron mayor amplitud en los PRE, que los nuevos, mas no así que los estímulos viejos modificados. Así pues, los procesos que subyacen al recuerdo de información episódica: familiaridad y recolección, se encuentran modulados por la cantidad de información.

## Antecedentes

*Binding* y memoria episódica

*El proceso de binding en la memoria episódica*

La capacidad humana para codificar información, integrarla una vez descompuesta en áreas especializadas del cerebro, y recordarla como un evento íntegro ha sido conceptualizada como *binding*. Originalmente el *binding* fue concebido como un proceso perceptual utilizado para la integración de rasgos contextuales intrínsecos (color, tamaño, forma y orientación) de un elemento individual. Esto permitió la identificación de mecanismos automáticos en el recuerdo de elementos individuales (Mather, 2007).

En fechas recientes, el proceso de *binding* se ha estudiado en la integración de rasgos contextuales extrínsecos (contexto que acompaña a uno o más elementos). Este particular proceso es denominado *binding* relacional (Eichenbaum, 2006) y a diferencia del *binding* para un elemento, requiere de la intervención de procesos cognoscitivos como; atención dirigida y memoria a largo plazo (Tulving, 1972).

Tomando en cuenta lo anterior, se establece que el *binding* relacional es un proceso que modula el recuerdo de la información episódica (Treisman, 1996). La memoria episódica se caracteriza por la recuperación consciente de eventos específicos tales como acontecimientos y experiencias concretas de la vida propia (Squire y Zola-Morgan, 1991), que ocurren en un contexto particular. Cabeza *et al.*, (2002) demostró

que un buen funcionamiento de la corteza prefrontal, determina el exitoso *binding* relacional entre elementos y es menos importante para el *binding* dentro del elemento.

De acuerdo con la teoría de memoria relacional (Cohen y Eichenbaum, 1993), múltiples elementos de una experiencia episódica, serían integrados en un *binding* flexible, en el cual cada elemento preserva su individualidad, porque es accesible para la recuperación, durante la relación entre elementos. Contrario a esto, el *binding* puede ser una representación unitaria en la que los elementos y sus relaciones son unificadas y por consiguiente recuperadas como un todo (Sutherland y Rudy, 1989).

El recuerdo de información episódica es posible por medio de dos diferentes tipos de procesos: recolección y familiaridad. La recolección implica la evocación del evento (elemento o elementos y el contexto o contextos en donde ocurren). Mientras la familiaridad supone la sensación de haber experimentado el evento, sin la certeza de elemento o contexto alguno (Mandler, 1980), así como menores tiempos de reacción para el reconocimiento.

Experimentalmente, en términos conductuales el proceso de recolección se ha estudiado mediante paradigmas de recuperación y el de familiaridad por medio de paradigmas de reconocimiento (Yonelinas, 2002). Estos paradigmas conductuales han permitido estudiar los correlatos neurofisiológicos asociados a estos dos procesos inherentes en el recuerdo, en un estudio Mayes *et al.*, (2004) describen a “YR” paciente con atrofia selectiva bilateral del hipocampo sin daño adyacente en estructuras del lóbulo temporal izquierdo. “YR” presenta déficits en tareas de memoria de asociación elemento-

elemento, sin embargo preserva la memoria de asociación intra-elemento (rasgos contextuales intrínsecos). Se sugiere un papel relevante del hipocampo en la codificación y recuperación de eventos elemento(s)-contexto(s), mientras que las estructuras adyacentes al lóbulo temporal izquierdo (áreas perirhinales) estarían mediando la asociación de características contextuales intrínsecas de un elemento, esta forma de *binding* es preservada posterior al daño hipocampal y está relacionada con la familiaridad (Aggleton y Brown, 1999). En el hipocampo se da la unión de la representación de estímulos junto a acciones y lugares que componen eventos discretos (Eichenbaum, 2006). La recolección se genera específicamente, en los cuerpos mamilares, tálamo e hipocampo, mientras en un sistema paralelo distinto de tálamo medio y corteza perirhinal, la familiaridad (Trinkler *et al.*, 2006). Aunque existe controversia en estos hallazgos Wixted y Squire (2004) postulan que el hipocampo es relevante tanto para la memoria no declarativa como en procesos de reconocimiento por familiaridad. La controversia de la familiaridad y recolección como procesos independientes o partes de un continuo, se ha explorado también desde la perspectiva neurofisiológica. Mientras algunos estudios han encontrado que ambos procesos provienen del hipocampo (Mishkin *et al.*, 1997; Fernández, 1999; Eldrige *et al.*, 2000; Yonelinas *et al.*, 2005) la mayoría coincide con lo mencionado anteriormente, donde son identificados como procesos diferentes e independientes, que tanto en el caso de la recolección (Henke, 1997; Giovanello, 2003; Davachi y Wagner, 2002; Morris y Frey, 1997) como en el de la familiaridad (Delay y Brion, 1969; Gaffan y Parker, 1996; Vargha-Khadem, 1997; Aggleton y Brown, 1999), provienen de las áreas referidas y de una mayor activación de las mismas.

La controversia respecto al origen de los procesos de familiaridad y recolección, se plantea también a nivel teórico. Por un lado la teoría dual afirma que son procesos independientes que requieren mecanismos fisiológicos y cognitivos específicos (Mandler, 1980). Por otro, la investigación de Jacoby (1991), refiere que es un continuo que principia en la familiaridad con mecanismos automáticos y termina con la recolección como la forma más especializada del recuerdo.

Una vez asentado esto, es posible afirmar que el *binding* es útil para clarificar dicha controversia, siendo que aporta información trascendental acerca de mecanismos automáticos relacionados con la familiaridad en el *binding* de un solo elemento, y la acción de procesos cognitivos necesarios, para la recolección de información en el *binding* relacional. Es importante mencionar que, no todos los tipos de *binding* relacional son equivalentes (elemento-contexto, [p.e. orden espacial y temporal] elemento-contextos y elemento-elemento). Sin embargo, con frecuencia son tratados como homólogos para su estudio experimental, lo que ocasiona que las tareas de *binding* relacional no estudien sistemáticamente, las características particulares de cada tipo de *binding* (Cabeza *et al.*, 2002).

### **Estudio experimental del *binding* en la memoria episódica.**

#### *Estudios conductuales*

Los paradigmas clásicos que estudian el recuerdo en memoria episódica son dos: Recordado/Conocido (Remember/Know) (Rugg, Schloerscheidt y Mark, 1998) y Viejo/Nuevo (Old/New) (Jacoby, 1991).

El primer paradigma implica la presentación de un evento (elemento(s) y/o contexto(s)) en la codificación, seguido de la fase de recuerdo donde al participante se le presenta el evento codificado y tiene dos opciones de respuesta: recordado, cuando utiliza recolección y conocido, cuando emplea familiaridad. Este paradigma tiene por intención discriminar entre ambos procesos. Sin embargo, autores como Tulving (1985) refieren que no es una aproximación que permita dissociar los procesos de familiaridad y recolección de forma objetiva, ya que es producto de un componente altamente subjetivo (la percepción del participante) y puede ser vulnerable a un determinado sesgo por parte del mismo. Mientras que el paradigma viejo/nuevo, implica nuevamente la codificación de un evento, pero por lo general realizando una tarea de codificación semántica, en la que se le pide al participante la clasificación del evento, por ejemplo: natural/artificial, lo anterior para asegurarse de una codificación con atención dirigida. En el reconocimiento puede aparecer un evento nuevo o el evento codificado y la tarea del participante consiste en discriminar entre el nuevo y el codificado (viejo). Este paradigma permite medir objetivamente la familiaridad, más no la recuperación.

Para estudiar el *binding* relacional, se suele utilizar un procedimiento en el que se modifican las tareas recordado/conocido y viejo/nuevo, cambiando algún atributo durante la fase de reconocimiento reorganizando de forma distinta a la codificación (Yonelinas, 1999).

Para el estudio del *binding* en la memoria episódica, las investigaciones se han valido de los paradigmas referidos anteriormente, con ciertas adecuaciones en función de

dos objetivos primordiales: 1.- el nivel de complejidad del *binding* (baja complejidad: 1 elemento (O'Craven et al 1999) y alta complejidad: 1 elemento y 1 contexto o contextos, o 2 elementos (Treisman, 1996)) y 2.- el tipo de proceso de recuerdo (recolección o familiaridad). A continuación se exponen los estudios más relevantes con relación tanto al nivel de complejidad, como al tipo de proceso empleado en el recuerdo.

### *Binding un elemento*

Si bien la memoria episódica incluye un arreglo multidimensional de diversos elementos y contextos relacionados, la mayoría de los estudios de *binding* se han limitado a la evaluación de un elemento aislado, siendo los más comunes: palabras o letras, dibujos de línea e imágenes. Estos paradigmas estudian el *binding* de baja complejidad, modificando los rasgos contextuales intrínsecos en la fase de reconocimiento o recuperación. En lo que al reconocimiento se refiere, se han hecho estudios utilizando el paradigma Viejo/Nuevo, donde en la fase de reconocimiento se modifica un rasgo contextual intrínseco; Wilton (1989) modifica el tamaño de una letra, Wilding y Rugg (1996) modifican el formato (fuente) de una palabra, Wilding, Doyle y Rugg (1995), modifican el color de un dibujo de línea. De forma homogénea reportan que el reconocimiento no varía entre estímulos viejos y estímulos viejos modificados, sin embargo sí, que los tiempos de reacción aumentan para estos últimos. Estos hallazgos son explicables a partir de la teoría de integración de rasgos (Treisman, 1996) que determina que la unificación de características contextuales intrínsecas de un estímulo ocurre de forma automática. Troyer y Craik (2000) coinciden en que los rasgos contextuales intrínsecos son automáticamente procesados, y añaden que los rasgos contextuales

extrínsecos (contextos o más de un elemento) requieren mayores procesos de atención y procesamiento intencional. En cuanto a esta última aseveración, se ha encontrado en tareas de atención dividida durante la codificación, que el reconocimiento de información contextual intrínseca no se ve disminuido a diferencia de la información contextual extrínseca, sosteniendo así la automaticidad del *binding* intrínseco (Troyer y Craik, 2000). Sin embargo, estudios de recuperación de rasgos contextuales intrínsecos, refieren una controversia al respecto, p.e. Jones (1976) modificó el color o la forma en estímulos de dibujo de línea, durante la fase de recuperación, encontrando que recuperar los rasgos contextuales intrínsecos implicaba procesos de recolección y no sólo de familiaridad, como ocurre con el reconocimiento de los mismos.

### *Binding elemento-contexto*

El *binding* elemento-contexto constituye el área de estudio de la memoria de contexto. En estos estudios la tarea del participante consiste en recordar los estímulos que ocurren de manera infrecuente durante el experimento (una imagen o una palabra), mientras que el recuerdo del contexto consiste en recuperar algún atributo que ocurre a través de múltiples estímulos (la posición en que se presenta el estímulo, el fondo o el sonido que se presenta acompañando al estímulo) (Meiser y Bröder, 2002).

Estudios de elemento-contexto describen que la asociación entre un elemento y su contexto es benéfica para el reconocimiento del elemento, p.e. Henke (1997) realiza un experimento donde los participantes pueden codificar un rostro (elemento) junto a una casa (contexto) o un rostro en solitario, y durante la fase de reconocimiento se presentan

los rostros aislados. Los resultados arrojan, que los participantes tienen mayor reconocimiento para los rostros que fueron asociados con las casas, que para rostros presentados en solitario.

Sin embargo, es importante mencionar que la asociación elemento-contexto beneficia, el reconocimiento para el elemento, no así la recuperación para el contexto, p.e. Burgess *et al.*, (2001), investigan esta asociación con escenas virtuales, donde la tarea del participante era realizar una ruta en un escenario (contexto) hasta encontrar un objeto (elemento) durante la codificación, en el reconocimiento se le presentaba el objeto aislado o el escenario, y se le preguntaba por el contexto al que pertenecía o el objeto que correspondía a ese escenario respectivamente. Los resultados indican que la recuperación del contexto es menor cuando no se presenta el elemento, mientras que la recuperación del contexto tiene una ejecución similar al reconocimiento del mismo, cuando sí se presenta el elemento.

Otros estudios han explorado simultáneamente el *binding* para rasgos contextuales intrínsecos (rasgos inherentes al elemento) y extrínsecos (contexto). Yonelinas (1999), modificó el paradigma viejo/nuevo, presentando en la fase de codificación rostros en posición vertical, en tanto que durante la fase de reconocimiento los rostros podían presentarse; como en la codificación (viejos) o nuevos, con una modificación intrínseca (rasgos faciales modificados) o bien, una modificación extrínseca (rostros en posición horizontal). Los resultados concuerdan con lo reportado anteriormente por otros estudios (p.e. Reinitz, Morrissey y Demb, 1994): la modificación de los rasgos faciales no repercute en el reconocimiento ya que son rasgos contextuales intrínsecos, mientras que la modificación de la posición del rostro, disminuye el

reconocimiento, ya que la posición es un rasgo contextual extrínseco. Estos resultados demuestran que no sólo las tareas de recuperación requieren de procesos de recolección, sino que también las tareas de reconocimiento de información contextual están asociadas a procesos de recolección. Este tipo de tareas donde se evalúa el recuerdo a partir de la modificación de un rasgo o elemento en el reconocimiento, se consideran tareas objetivas para medir el *binding* relacional y discriminar procesos de familiaridad y recolección de forma cuantificable (Mayes, 2004).

### *Binding elemento-elemento*

El área de estudio más prolífica de *binding* relacional elemento-elemento es el de pares de palabras, utilizando tareas viejo/nuevo con ciertas modificaciones. El uso de pares asociados ofrece la oportunidad de estudiar no sólo la codificación de las palabras individuales, sino también los procesos asociativos que se producen en el estudio. En tanto que la reorganización del estímulo en la fase de reconocimiento, permite el estudio del *binding* relacional (Mayes, 2004).

En el intento de dar respuesta a cómo se forma el recuerdo episódico ante la presentación de varios elementos, estudios como el de Doshier (1981; 1984) y Ratcliff (1978) se interesaron en el proceso de reconocimiento asociativo a través del empleo de tareas de discriminación de pares de palabras; en la fase de reconocimiento se presentaban los pares de palabras exactamente igual o en diferente orden (reorganizadas) a como aparecieron en la codificación. En estos estudios se ha encontrado que el reconocimiento de pares intactos y reordenados es similar, tanto en los resultados

conductuales como electrofisiológicos, ya que la similitud de los elementos los hace relativamente difíciles de discriminar. Los pares reordenados aumentan el tiempo de respuesta de reconocimiento y los pares de palabras nuevas se discriminan más fácilmente y en menor tiempo. Aparentemente, el reconocimiento de más de un elemento se basa en la asociación de la información de éstos, y no en la información de cada elemento que compone la pareja (Malmberg, 2008).

Diversas interpretaciones se han propuesto para explicar la ventaja de pares idénticos sobre pares modificados. Una de ellas es que los primeros se benefician de la correspondencia entre el par de estímulos y la información originalmente codificada (Clark y Shiffrin, 1992). Su ventaja también se ha atribuido a la información asociativa entre los elementos. Este punto de vista asume que una vez que se reconoce uno de los elementos, la asociación de este con el otro facilita su reconocimiento en los idénticos, mas no en estímulos modificados (Humphreys, 1976).

#### *2.1.4. Errores en el recuerdo de información episódica*

La investigación sobre el *binding* en la memoria episódica, se ha centrado en el éxito del proceso de recolección, sin embargo este proceso frecuentemente falla. Los errores en el proceso de *binding* han sido identificados por varios autores (p.e., Roediger y DeSoto, 2001; Schacter, Norman, y Koutstaal, 1998), pero pocos estudios han tratado de caracterizar estos errores o determinar su tasa de ocurrencia (Reinitz y Hannigan, 2004; Reinitz, Lammers, y Cochran, 1992). Los errores en el proceso de *binding*, han sido ampliamente estudiados

utilizando el paradigma de conjunción de error en memoria (Underwood y Zimmerman, 1973), principalmente con material verbal (Jones y Atchley, 2006), pero a veces con otro tipo de estímulos, tales como caras (Jones, Bartlett, y Wade, 2006) o figuras abstractas (Kroll, Knight, Metcalfe, Wolf y Tulving, 1996).

La tarea consiste en presentar palabras compuestas en la fase estudio; para posteriormente en la fase prueba, las palabras simples que derivan de las compuestas sean mezcladas con otras palabras. Como todas las palabras simples fueron previamente presentadas, el participante percibe que la palabra compuesta modificada le fue presentada antes (error de conjunción).

Según algunos autores (Jones y Jacoby, 2005; Jones, Jacoby, y Gellis de 2001), surgen errores de conjunción, porque sólo una parte de la huella de la memoria de un estímulo particular es recordado, y esta falla de memoria contribuye a combinaciones incorrectas de estímulos previos (Schooler y Tanaka, 1991).

La tarea de reconocimiento asociativo puede ser usada para estudiar los errores del *binding* fuera del estímulo, es decir, los errores inducidos por la combinación de elementos de diferentes pares de estímulos. Sin embargo, los errores en esta tarea proporcionan poca información acerca de los mecanismos que pueden fallar durante el proceso de *binding*. Por el contrario, el estudio de los diversos errores generados en las tareas de recuerdo libre y recuerdo con claves, permite la elucidación de las posibles razones de los errores del *binding*.

## *Estudios con Potenciales Relacionados a Eventos (PRE)*

### *Técnica de Potenciales Relacionados a Eventos (PRE)*

La actividad neuronal es un proceso electroquímico, en el que el potencial eléctrico producido por una sola neurona es ínfimamente pequeño, sin embargo si de forma simultánea varias poblaciones neuronales se activan, el tamaño de los potenciales eléctricos que producen, es cuantificable midiéndolo a través del registro con electrodos colocados de forma superficial. Los Potenciales Relacionados a Eventos (PRE) se registran por medio de electrodos colocados en el cuero cabelludo, y se obtienen a través del promedio de la actividad del electroencefalograma (EEG) de múltiples ensayos designados para un estímulo específico, ya sea sensorial, cognoscitivo o motor, reflejando el correlato neurofisiológico del procesamiento de eventos o estímulos (Rugg *et al.*, 1995; Fabiani, 2000). La técnica de PRE permite estudiar la actividad eléctrica cerebral en el justo momento en que se dan los procesos cognoscitivos. Los PRE se definen como cambios en la actividad eléctrica cerebral que ocurren antes, durante o después de un cambio en el medio físico y/o en relación a un proceso psicológico o cognoscitivo (Picton, 1988).

Los PRE pueden diferenciarse por sus tiempos (resolución en milisegundos) y la distribución según su ubicación en el cuero cabelludo, así como los diferentes procesos neurocognoscitivos pueden ser identificados con distintos patrones espaciotemporales de voltaje (Curran, Tepe y Piatt, 2006). La mayor ventaja que proporciona la técnica es una alta resolución temporal (Smith *et al.*, 2004), lo que permite conocer en el orden de milisegundos (mseg), cuándo y con qué duración ocurre un proceso cognoscitivo en función de la presentación de un evento, ofreciendo información precisa de cómo cambia

la actividad neuronal a lo largo del tiempo, mientras la información es procesada (Gazzaniga *et al.*, 2002; Curran, Tepe y Piatt, 2006; Smith *et al.*, 2004).

La interpretación de las fluctuaciones de amplitudes de PRE provee importantes fuentes de información de los mecanismos neuronales subyacentes a la memoria episódica (Rugg *et al.*, 1998; Düzel *et al.*, 2001; Tendolkar *et al.*, 2000).

Los estudios de PRE que estudian la memoria de reconocimiento, se obtienen típicamente, comparando los PRE generados para elementos codificados que en la fase de recuerdo se reconocieron exitosamente (viejos) y restándolos a los elementos no estudiados que se presentan en la fase de reconocimiento (nuevos). La diferencia entre nuevos y viejos, son condiciones que se reflejan en la actividad de procesos cerebrales que contribuyen a la memoria de reconocimiento (Curran, Tepe y Piatt, 2006). Ciertos componentes de los PRE son sensibles a lesiones selectivas hipocampales y éstas reflejan un importante aspecto funcional de la memoria episódica (Düzel *et al.*, 2001).

Una de las ventajas más importantes de esta técnica para el estudio de la memoria episódica es que los PRE permiten una resolución temporal dinámica de los procesos de recuerdo: familiaridad y recolección (Friedman y Johnson 2000; Mecklinger, 2000).

#### *Potenciales Relacionados a Eventos en Memoria Episódica*

Estudios de PRE en tareas de reconocimiento han reportado la importancia que tienen los procesos de familiaridad y recolección, en los que se han identificado dos

componentes asociados a estos procesos en tareas del paradigma Viejo/Nuevo (Curran y Clearly, 2003; Rugg, 1995; Allan, Wilding y Rugg, 1998; Friedman y Jhonson 2000; Mecklinger, 2000). Aproximadamente a los 400 mseg post-estímulo, los elementos clasificados como nuevos muestran mayor amplitud negativa, en la región frontal y en la región central. La amplitud de este componente aumenta si el estímulo es novedoso y disminuye si se presentó antes, así, los elementos viejos presentan una mayor amplitud positiva en las derivaciones frontales y medias (FN400) (Allan *et al.*, 1998; Friedman y Jhonson, 2000; Mecklinger, 2000; Curran, 2003; Rugg *et al.*, 1998; Düzel *et al.*, 2001). Este efecto se considera una manifestación de los procesos de familiaridad (Rugg *et al.*, 1998). En cambio, entre 500 y 800 mseg post-estímulo, los estímulos viejos generan mayor amplitud asociada a la presentación de elementos viejos reconocidos correctamente, en comparación con elementos nuevos, en derivaciones parietales, específicamente de áreas del lóbulo parietal izquierdo (LPC, componente que se ha relacionado con el proceso de recolección) (Düzel *et al.*, 2001; Rugg *et al.*, 1998; Trott *et al.*, 1999; Curran, 2003; Curran 2006). Este componente refleja procesos de recolección debido a que se observa cuando se comparan estímulos clasificados como recordados y conocidos (Düzel, *et al.*, 2001) de acuerdo al paradigma recordado/conocido. A los dos componentes anteriores se les ha denominado efecto Viejo/Nuevo, mismo que se caracteriza por tener mayor amplitud en las derivaciones parietales y frontales entre los 400-800 mseg post-estímulo, al comparar los estímulos correctamente identificados como viejos, con los correctamente identificados como nuevos (Wilding y Rugg, 1996; Rugg *et al.*, 1998; Trott *et al.*, 1999).

Otro componente dentro del efecto viejo/nuevo es el llamado “Frontal derecho” que

se ha asociado a procesos de monitoreo en la post recuperación del recuerdo episódico, este se ha caracterizado por una mayor amplitud en las derivaciones frontales derechas alrededor de los 800 y 1500 mseg post-estímulo, al comparar los PRE asociados a los estímulos cuyo contexto fue recuperado de aquellos que no (Wilding y Rugg 1996). Otros estudios no han reportado esto (van Petten, Senkfor y Newberg, 2000), encontrando que no hay diferencias en este efecto entre la recuperación correcta e incorrecta del contexto. Por lo que se ha propuesto, que este efecto se relaciona con un proceso de monitoreo general o de toma de decisión.

Los generadores intracraneales de los efectos viejo/nuevo no están aún esclarecidos del todo, un consenso emergente y apoyado por la inferencia hecha desde análisis topográficos de PRE en paradigmas viejo/nuevo en palabras, indica que los componentes FN400 y LPC están mediados por diferentes estructuras neuronales (Elger *et al.*, 1997; Rugg *et al.*, 1998; Curran, 2000) y reflejan las diferencias cuantitativas de las amplitudes. Los generadores corticales del componente FN400 se localizan en el cortex izquierdo anterior inferior del lóbulo temporal (Düzel *et al.*, 2001), lo que coincide con estudios invasivos en pacientes epilépticos (Heitert *et al.*, 1990). El efecto LPC se localiza en regiones posteriores del lóbulo parietal izquierdo, en el occipital y el temporal posterior inferior (Düzel, Neufang y Guderian, 2006).

Durante la codificación, la combinación de efectos de atención, percepción, integración de contexto e interpretación, influyen en que pueda ser exitosamente almacenada la información para ulteriormente ser evocada (Tulving y Thompson, 1973). El proceso de consolidación permite que la información que se ha codificado se fortalezca después de la adquisición (Murre *et al.*, 2001; Meeter y Murre, 2004). A su

vez, Klimesh *et al.*, (1997) en un estudio de reconocimiento de imágenes con la tarea viejo/nuevo, encuentra un incremento de ondas theta en la codificación de estímulos que posteriormente se reconocieron correctamente.

### *Binding en la memoria episódica estudiada con la técnica de PRE*

Diversos estudios han utilizado la técnica de PRE para determinar cuál es la actividad neurofisiológica que subyace al proceso de *binding* en la memoria episódica, tanto en el reconocimiento como durante la recuperación de la información. Al igual que en los estudios conductuales, las investigaciones neurofisiológicas en su mayoría utilizan los paradigmas Viejo/Nuevo y Recordado/Conocido, que pueden presentar modificaciones en función del nivel de complejidad y el tipo de proceso de recuerdo (recolección y familiaridad). A continuación se presentan los estudios con la técnica de PRE más relevantes en *binding* relacional, en función de su complejidad y los procesos subyacentes del recuerdo (familiaridad y recolección).

### *Binding un elemento*

Con el paradigma clásico Viejo/Nuevo, Düzel (2005) estudió el reconocimiento de palabras, en el que durante la fase de codificación se le pedía al participante clasificarlas como agradables o desagradables, y durante la fase de reconocimiento se mezclaban con palabras nuevas. El componente FN400 presentó mayor amplitud en el lóbulo temporal izquierdo para las palabras reconocidas correctamente, mientras que no hubo diferencia en el componente LPC, ya que no hay mecanismos de recolección

comprometidos en este tipo de tareas.

Los estudios conductuales de un solo elemento antes mencionados, son la primera referencia en cuanto a los correlatos neurofisiológicos implicados en el recuerdo de la información, en ellos; Wilton (1989) modifica el tamaño de una letra, Wilding y Rugg (1996) modifican el formato (fuente) de una palabra, Wilding, Doyle y Rugg (1995), modifican el color de un dibujo de línea. De forma unánime, reportaron un aumento en el tiempo de reacción para los estímulos modificados, más no una diferencia en el reconocimiento entre estímulos viejos y viejos modificados. Los correlatos neurofisiológicos indican que el componente FN400 es equivalente entre los dos tipos de estímulo, ya que se reconoce como viejo al estímulo aún con el cambio, lo que indica que aunque los rasgos intrínsecos se combinen o modifiquen en el reconocimiento, forman parte de la representación unificada del estímulo en la memoria y el acceso a esa información es involuntario.

Hintzman y Curran desarrollaron un paradigma de reconocimiento para diferenciar los procesos de familiaridad y recolección (Hintzman y Curran 1994; 1995): una tarea de reconocimiento de palabras en plural. Presentaron dos listas en la fase de codificación; una con palabras en singular y la otra con palabras en plural. La instrucción era recordar sólo las palabras en plural, la fase de reconocimiento incluyó palabras codificadas, similares (codificadas en singular y presentadas en plural en esta fase) y nuevas. Las palabras se presentaron de forma secuencial. La tarea de los participantes era decir sí a las palabras que se codificaron en plural, y no a palabras similares y nuevas. Se encontraron mayores falsas alarmas para las palabras similares, así como mayor amplitud del componente FN400, demostrando procesos de familiaridad en

su reconocimiento. Hubo una mayor amplitud del componente FN400 para las palabras viejas correctas, indicando familiaridad, sin embargo la habilidad de recolectar información específica (plural) es poco influenciada por correlatos de recolección, ya que son muy similares a las viejas, es decir, implican mayor dificultad para discriminar entre singular y plural. Cuando se hace una repetición de las palabras en codificación, se aminoran las falsas alarmas y aumenta la amplitud del componente FN400 para los estímulos viejos correctos, mientras que aumenta la amplitud del componente LPC para la identificación correcta de palabras modificadas a plural.

Hintzman y Curran (1994) realizaron un estudio con la tarea anterior, ahora para discriminar experimentalmente si el proceso de familiaridad es más rápido que el de recolección, como empíricamente se ha postulado (Mandler 1980). Los autores reportan que la rápida acción del proceso de familiaridad (FN400) exagera las falsas alarmas para estímulos similares. El proceso de recolección (efecto LPC) es más lento y neutraliza el efecto de la familiaridad en señales similares, permitiendo eventualmente a los participantes discriminar entre palabras codificadas en singular y cambiadas a plural en el reconocimiento.

Curran (2000) en un esfuerzo final por esclarecer si la familiaridad y la recolección son el mismo proceso o están separados, realizó una tarea de reconocimiento de palabras en plural, teniendo tres condiciones en el reconocimiento: sí (codificadas) recolección, sí (similares) recolección y/o familiaridad, sí (respuesta familiar) familiaridad, y no (nuevas). Se ha establecido que el efecto viejo/nuevo puede predecir el proceso de recolección cuando hay mayores amplitudes positivas parietales entre los 400 y 800 mseg post-estímulo. De forma crítica el componente FN400 tuvo una mayor

amplitud ante estímulos relacionados con familiaridad [sí (respuesta familiar) familiaridad]. La amplitud del componente FN400 fue más negativa para las palabras nuevas que para las familiares. En análisis topográficos se confirma que las diferencias relacionadas a la familiaridad se ven en patrones cualitativamente diferentes, lo que provee una fuerte evidencia, que disocia la familiaridad de la recolección.

Curran y Clearly (2003) realizaron un estudio similar con dibujos de línea que representaban objetos comunes. En la codificación se presentaba un dibujo en cierta orientación, y se le pedía al participante recordarla. En el reconocimiento, debían discriminar entre dibujos viejos, dibujos con cambios en la orientación y nuevos. Los resultados replican lo obtenido en los estudios con palabras en plural. El efecto FN400 (300-500 msec) fue consistente para la familiaridad relacionada con todos los estímulos viejos (incluyendo los modificados). El efecto LPC sólo se observó en participantes con una mayor habilidad para recolectar la orientación de las imágenes: mismos que habían logrado porcentajes de ejecución correcta mayores a 80%.

Los estudios anteriores emplearon un estímulo aislado (dibujos, figuras, palabras). Sin embargo, sabemos que los seres humanos pasamos mucho de nuestra vida dentro de ambientes visuales complejos donde no hay un solo estímulo, sino múltiples estímulos, y se conoce poco aún sobre cómo escenas más naturales son representadas cognoscitiva y fisiológicamente en el cerebro.

### *Binding elemento-contexto*

La investigación electrofisiológica del proceso de *binding* entre elemento-contexto

ha ido evolucionando a lo largo del tiempo, los primeros estudios se enfocaban en el *binding* de un elemento y un contexto, hasta que los más recientes reportan los efectos de incrementar el número de elementos y contextos, a dos elementos y dos contextos.

Estudios de reconocimiento de un elemento aislado y un contexto, reportan aumento en la amplitud del componente FN400 cuando el estímulo se reconocía en el contexto donde fue codificado, asimismo se encontró mayor amplitud del componente LPC ante el correcto reconocimiento del contexto, lo que implica que existen procesos de recolección implicados en el reconocimiento y que no son exclusivos de la recuperación (Murre *et al.*, 2001; Meeter y Murre, 2004; Klimesh *et al.*, 1997). Las investigaciones que a continuación se reportan coinciden con estos resultados: Guederian y Düzel (2005), presentaron un rostro sobre un fondo de color en la codificación, en el reconocimiento aparecía el rostro aislado o dos fondos distintos; uno nuevo o el de la codificación. Düzel *et al.*, (1997) utilizó una palabra y la ubicación en la pantalla (derecha-izquierda) en la codificación, mientras que en el reconocimiento la palabra aparecía en la ubicación original o en una distinta, el participante tenía que contestar sólo a las que aparecían en la misma ubicación.

Estudios de recuperación, por ejemplo: Groh-Bordin, Zimmer y Mecklinger (2005), utilizaron un dibujo de línea y la ubicación dentro de una matriz de 8 celdas. En la recuperación aparecía el dibujo aislado y la tarea del participante consistía en recuperar el lugar donde había sido codificado. Van Petten *et al.*, (2000), realizaron una tarea con imágenes en un fondo de color, en el que durante la recuperación el objeto aparecía aislado y el participante debía recuperar el fondo donde se codificó. Tsvilis, Otten y Rugg (2007), utilizaron imágenes y un contexto multidimensional (escenas); en la fase

de recuperación podía aparecer la imagen aislada o la escena, y el participante recuperaba el contexto o el elemento faltante. Estos estudios de recuperación reportan una mayor amplitud sólo del componente LPC ante los contextos correctamente recuperados, lo que implica que la recuperación contextual utiliza procesos de recolección únicamente.

### *Binding* elemento-elemento

Los estudios conductuales del proceso de *binding* elemento-elemento permiten conocer las implicaciones de codificar y recordar más de un estímulo de forma simultánea, sin el supuesto beneficio del componente contextual (posición, fondo o escena) (p.e. Henke, 1997). Para algunos autores (Mayes, 2004) los estudios electrofisiológicos del *binding* elemento-elemento, permiten dilucidar si el reconocimiento emplea procesos de recolección además de los de familiaridad.

Los paradigmas de reconocimiento utilizando el paradigma viejo/ nuevo con pares de palabras, son el grueso de las investigaciones elemento-elemento tanto conductuales como electrofisiológicas. A continuación se reportan los hallazgos más importantes de algunas de ellas. Rugg *et al.*, (1998), utilizó palabras semánticamente relacionadas, sin relación semántica, y falsas, encontrando un efecto frontomedial viejo/nuevo relacionado con la familiaridad, esto es: una mayor amplitud positiva entre los 300 y 500 mseg (FN400), para todas las palabras reconocidas sin importar la condición. Asimismo reportó el efecto parietal viejo/nuevo relacionado con la recolección, encontrando una mayor amplitud positiva entre los 500 y 800 mseg (LPC), para palabras correctamente recuperadas. Curran (1999) realizó un estudio con palabras y pseudopalabras, mismo que

reportó mayor amplitud del componente FN400 para palabras correctamente reconocidas, mas no así para pseudopalabras. La importancia del estudio radica en la conceptualización de paradigmas donde los estímulos sean equivalentes en su uso y frecuencia, ya que esto afecta el proceso de recuerdo tanto de familiaridad como de recolección. Sanquist *et al.*, (1980), realizó un estudio con tres condiciones: pares de palabras con relación; ortográfica, fonética y semántica. El recuerdo fue medido con una tarea de recuerdo con claves, presentando la primera palabra del par. El procesamiento semántico supuso el mayor reconocimiento, seguido del fonético y el ortográfico, presentando mayor amplitud del componente FN400 para las primeras. De la misma forma ante la evocación de la palabra, se presentó una mayor amplitud del componente LPC para la asociación semántica. Este estudio fue replicado por Paller, Kutas y Mayes (1987), cuyos mismos resultados, reafirman que la relación semántica de los estímulos beneficia tanto al reconocimiento como a la recuperación. Finalmente Rodhes y Donaldson (2007) conformaron tres condiciones: asociación simple (embotellamiento, tráfico), asociación con mayor relación semántica (limón, naranja), o con sólo una relación semántica (cereales, pan). La tarea en reconocimiento, consistía en reconocer si los pares de palabras se presentaron; igual que en la codificación, habían cambiado (reorganizados), o eran nuevos. Se encontró que el reconocimiento fue mayor para pares relacionados por asociación simple, y el menor reconocimiento fue para pares con una sola relación semántica. El componente FN400 se presentó exclusivamente en presencia de los pares nuevos. Por el contrario, la mayor amplitud del componente LPC se presentó de forma indistinta ante pares de palabras viejas y reorganizadas cuando fueron recuperados correctamente. Estos hallazgos sugieren que el patrón de participación de los procesos de familiaridad y recolección durante el recuerdo exitoso de información

episódica, depende de las propiedades de las representaciones que subyacen en la memoria de un evento.

En un estudio de la recuperación de información episódica, Kounios *et al.*, (2001), pidieron a los participantes clasificar los pares de palabras de acuerdo al tipo de asociación que estaban realizando para codificarlas (asociación conceptual o asociación por orden en que se presentaban). En la recuperación la tarea de los participantes era evocar el orden de aparición de los pares de palabras. La mayor amplitud del componente LPC se presentó para la recuperación de la segunda palabra, que fue asociada a través de la integración conceptual. En cuanto a los pares de palabras que se asociaron por el orden de presentación, estos no mostraron la presencia del componente relacionado con la recolección. Lo anterior sugiere la existencia de diferentes mecanismos neuronales que subyacen a estas dos estrategias de formación de asociaciones. Sin embargo, los autores sólo analizaron los pares que se recuperaron correctamente de acuerdo al orden y a la velocidad.

Mayes (2004) propone que las tareas de reconocimiento asociativo (elemento-contexto y elemento-elemento) no sólo están basadas en procesos de familiaridad, también requieren de procesos de recolección, ya que estos últimos son necesarios para el reconocimiento de información contextual o de otro elemento. Asimismo propone que una forma de medir estos procesos es a través de tareas entre-elementos, donde se reorganiza en la fase de reconocimiento la información previamente presentada en la codificación. Reconocer la modificación implica procesos de recolección, no así el reconocimiento de los elementos idénticos, que requiere únicamente procesos de familiaridad. Yonelinas (2002) reporta en un artículo de revisión, que el reconocimiento

de pares reorganizados está asociado a procesos de recolección. Estudios con PRE coinciden con lo anterior (Sanquist *et al.*, 1980; Kounios *et al.*, 2001; Rodhes y Donaldson, 2007), reportando una correlación entre el reconocimiento exitoso de pares de palabras reordenadas y una mayor amplitud del componente LPC, ampliamente relacionado con la recuperación (Donaldson y Rugg, 1998; 1999). Sin embargo, la independencia entre los procesos de recolección y familiaridad, es aún tema de controversia, ya que el reconocimiento de un estímulo individual puede involucrar ambos procesos (Wixted y Squire, 2004).

Si bien hay un amplio número de estudios que han evaluado el *binding* en la memoria episódica, tanto de forma conductual como con la técnica de PRE, la revisión de estudios del presente trabajo, ha encontrado una amplia evidencia respecto al *binding* elemento-elemento para estímulos verbales, pero no así para estímulos visuales. De igual forma, los estudios relacionados con estímulos visuales, son en su mayoría dibujos de línea (Jones, 1976; William, Doyle y Rugg, 1995; Curran y Crearly, 2003; Groh-Bordin, Zimmer y Mecklinger, 2005), o imágenes de un elemento aislado en contextos estáticos que se repiten para una lista de varios elementos (p.e. Tsvilis, Otten y Rugg, 2007). Los eventos cotidianos a los que los seres humanos nos enfrentamos demandan la codificación y recuerdo de eventos que están constituidos por más de un elemento, y en su mayoría requieren de mecanismos verbales (tienen un nombre) y visuales (existe una imagen que lo representa), y ambas representaciones son procesadas simultáneamente. Las investigaciones que trabajen sobre el *binding* relacional tendrán que acercarse cada vez más a planteamientos más próximos a los eventos que conforman el ambiente multidimensional en el que vivimos.

## **Justificación**

La investigación del *binding* ha evolucionado de forma rápida y sin pausa, comenzando con los estudios avocados a la integración de los rasgos contextuales intrínsecos de un estímulo (p.e. Wilton, 1989) y progresando hasta los actuales estudios estímulo-estímulo (p.e. Rodhes, 2007) en los que se modifican rasgos contextuales extrínsecos de uno de los elementos. La presente investigación propone el estudio de tres elementos que conforman un evento episódico, en un intento por aproximarnos al conocimiento de los procesos implicados en el recuerdo de información episódica en ambientes multidimensionales. Se propone que la aproximación elemento-elemento-elemento (nunca antes utilizada), permite el estudio conductual y fisiológico de los procesos de familiaridad y recolección, asociados al reconocimiento y recuperación de información, respectivamente. Empleamos el paradigma viejo/nuevo, donde los participantes realizan una codificación semántica de los elementos, misma que permite verificar objetivamente la presencia de atención dirigida durante la adquisición de información, a diferencia de los estudios elemento-elemento donde no existe una evidencia objetiva de la presencia de atención dirigida, ya que el participante no realiza ninguna tarea en la codificación (p.e. Boywitt y Meiser, 2013), y se ha demostrado que es fundamental para el ulterior reconocimiento de los elementos (Boywitt y Meiser, 2012). La reorganización de un elemento en la fase de reconocimiento permite medir procesos de familiaridad y recolección (Yonelinas, 2002), la fase de reconocimiento de nuestra tarea no sólo reorganiza un elemento del evento, modifica el evento completo al intercambiar un elemento entre estímulos de 2 y 3 elementos. La conceptualización de esta tarea experimental, permite: 1. Contribuir en el conocimiento de la intervención de procesos

de recolección en tareas de reconocimiento de más de un elemento, así como estudiar el efecto que tiene la cantidad de información sobre los procesos de familiaridad y recolección. 2. Determinar el papel que juegan los procesos de familiaridad y recolección implicados tanto en el reconocimiento, como en la recuperación, al realizar una tarea de recuerdo con claves.

### *Planteamiento del Problema*

El *binding* relacional es uno de los procesos que permite la codificación y posterior recuerdo de información episódica de más de un elemento, involucra a su vez, la capacidad de integrar varios elementos de forma simultánea para generar representaciones completas y coherentes de los eventos que se nos presentan. El recuerdo puede ocurrir modulado por procesos de familiaridad y/o de recolección. Se ha postulado incluso, que el recuerdo de información contextual extrínseca requiere de procesos de recolección (Yonelinas, 2002), aún en tareas de reconocimiento (Yonelinas *et al*, 1999), típicamente relacionadas a procesos de familiaridad. Sin embargo, el grueso de los estudios (p.e. Curran y Clearly, 2003) no encuentra esa correlación, reportándose únicamente procesos de familiaridad involucrados. Esta controversia se sostiene a nivel conductual y electrofisiológico, por lo que su esclarecimiento repercutiría en un mayor entendimiento de los procesos que modulan el recuerdo de información episódica, comenzando a responder cuestiones como: ¿qué variables están implicadas en recuperar la totalidad de un evento o sólo reconocerlo sin certeza de los elementos que lo componen? En el presente estudio se explora el efecto que tiene la variable *cantidad de información* (número de elementos), en los procesos de recuerdo antes citados, ofreciendo como evidencia, su efecto a nivel conductual y

electrofisiológico en tareas que distinguen los procesos de familiaridad y recolección objetivamente.

### *Pregunta de Investigación*

¿La cantidad de estímulos codificados (dos o tres) influirá en el recuerdo de la información episódica a nivel conductual y/o electrofisiológico?

¿El proceso de familiaridad relacionado con el reconocimiento, será equivalente para dos y tres estímulos a nivel conductual y electrofisiológico? ¿El proceso de recolección relacionado con la recuperación, se presentará en el reconocimiento de estímulos modificados? De ser así: ¿existen diferencias en función del número de elementos (dos o tres) a nivel conductual? y ¿se identificarán componentes electrofisiológicos y evidencia conductual relacionados a la recolección en la tarea de reconocimiento?

### *Objetivos*

∞ Determinar si la cantidad de información codificada (dos o tres elementos) influye en el reconocimiento de información episódica a nivel conductual y electrofisiológico, a través de una tarea de reconocimiento viejo/nuevo.

∞ Determinar si la cantidad de información codificada (dos o tres elementos) influye en la recuperación de información episódica a nivel conductual y electrofisiológico, a través de una tarea de recuerdo con claves y de la tarea viejo/nuevo.

∞ Determinar el papel de los procesos de familiaridad y recolección en el

reconocimiento y recuperación de información episódica, en función de la cantidad de elementos que un evento contiene, y si fue modificado en la fase de reconocimiento con relación a la fase de codificación.

∞ Caracterizar el tipo de errores que se generan cuando se reconstruye la información original presentada y cómo estos se vieron afectados, por el número de elementos

### *Hipótesis Conductuales*

∞ La codificación de información episódica será equivalente para dos y tres elementos.

∞ El reconocimiento de información episódica será diferente para dos y tres elementos en la identificación correcta de estímulos “viejos” en una tarea viejo/nuevo, sugiriendo además de los procesos de familiaridad, la implicación de procesos de recolección en el reconocimiento de más de un elemento.

∞ El reconocimiento de información episódica será diferente para dos y tres elementos en la identificación correcta de estímulos “viejos modificados” (intercambio de un elemento entre estímulos de dos y tres elementos) en una tarea viejo/nuevo, demostrando la intervención de procesos de recolección en el reconocimiento.

∞ La recuperación de un elemento será equivalente para dos y tres elementos en una tarea de recuerdo con claves, y determinará cuantitativamente el efecto de los procesos de familiaridad y recolección en el recuerdo de información episódica.

∞ De forma consistente con estudios elemento-elemento previos (p.e. Speer y Curran, 2007), esperamos que los niveles de discriminación ( $d'$ ) de los participantes, decrementen y

los tiempos de reacción sean mayores, en la fase de reconocimiento para los estímulos viejos modificados, comparado con los estímulos viejos de dos y tres elementos. Adicionalmente para que la discriminación de estímulos viejos modificados y estímulos viejos, sea mayor para dos estímulos que para tres.

### *Hipótesis Fisiológicas*

- ∞ El componente FN400 tendrá mayor amplitud durante la presentación de estímulos identificados correctamente como “viejos”, que para los “nuevos” y “viejos modificados”.
- ∞ Se espera mayor amplitud del componente LPC durante la presentación de estímulos identificados correctamente como “viejos” y “viejos modificados” en función del número de elementos, no así para los “nuevos”.
- ∞ Se espera mayor amplitud del componente frontal derecho, sólo durante la presentación de estímulos “viejos modificados”, sin importar el número de elementos.

## **Método**

### *Participantes*

Participaron 30 adultos jóvenes (15 mujeres) con una media de edad y error estándar de 24.8 (2.6) años y 16.5 (1.7) años de escolaridad en la fase conductual. Para la fase electrofisiológica se descartaron cuatro participantes, por problemas técnicos con la señal, resultando la muestra de 26 adultos jóvenes (13 mujeres), con una media de edad de 22.1

(2.4) años y 16.8 (4.1) años de escolaridad. Todos reportaron no presentar diagnóstico de trastornos psiquiátricos y/o neurológicos, adicción a drogas y/o alcohol o consumo de medicamentos que alteraran al sistema nervioso central en los últimos seis meses. La asistencia de los participantes fue voluntaria, firmando todos una carta de consentimiento informado, que avala que todos los procedimientos utilizados fueron aprobados por el Comité de Bioética de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México, de acuerdo a los principios establecidos en la Declaración de Helsinki.

**Tabla 1.** Características de los participantes. Media y error estándar de la edad y los años de estudio.

	<b>Edad (años)</b>	<b>Escolaridad (años)</b>
<b>Experimento Conductual</b>	24.8 (2.6)	16.5 (1.7)
<b>Experimento Electrofisiológico</b>	22.1 (2.4)	16.8 (4.1)

### *Aparatos*

Se utilizaron dos computadoras para registrar la ejecución conductual y fisiológica respectivamente, un monitor de 17” para la presentación de las tareas, dos cajas de respuesta con uno y dos botones, respectivamente, una televisión y videocámara, estas dos últimas para monitorear las conductas motoras de los participantes. Se empleó el programa E-Prime versión 2.0 para mostrar los estímulos y captar las respuestas de los participantes.

Para la adquisición de los datos electrofisiológicos se utilizó el software Brain Vision Recorder, en conjunto con el sistema Brain Vision Quick Amp con 128 canales. La señal electrofisiológica se analizó mediante el programa Analyzer versión 2.0 de Brain Products.

### *Estímulos*

Un total de 1200 imágenes a color de objetos comunes (inéditas) fueron usadas para formar 480 estímulos: 240 estímulos contenían dos imágenes (2 elementos) y 240 estímulos contenían tres imágenes (3 elementos). Todas las imágenes fueron presentadas dentro de un recuadro de línea negra de 9 cm de ancho por 5.3 cm de alto ( $4.6^\circ$  x  $2.9^\circ$  ángulo visual horizontal y vertical, respectivamente). Para ambos tipos de estímulos; dos y tres elementos: 80 estímulos contenían imágenes que representaban objetos naturales, 80 estímulos contenían imágenes que representaban objetos artificiales y 80 estímulos contenían imágenes que combinaban objetos naturales y artificiales. Para evitar proveer claves adicionales durante la presentación de las imágenes, se mantuvo una relación plausible y coherente entre las imágenes de objetos que integraban el estímulo, y composiciones probables a las que ocurrirían en eventos de la vida diaria, pero no obvias. Por ejemplo, no se incluyeron en un mismo estímulo imágenes de objetos que generalmente se encuentran juntos (p.e. ya que si bien son objetos que tienen alta probabilidad de observarse de forma conjunta durante situaciones de la vida cotidiana, no guardan entre ellos una relación inherente). Para confirmar que las imágenes de objetos que conformaron cada estímulo cubrieran estas especificaciones, se realizó una evaluación por jueces para obtener los estímulos empleados en la tarea. Participaron 48 personas y se presentaron 600 estímulos (300 imágenes de 2 objetos y 300 de 3 objetos), para seleccionar los 480 estímulos que conforman la tarea. Así pues, todos los jueces calificaron positivamente cada uno de los requisitos, que fueron: 1. imagen de cada objeto nítida, 2. objetos comunes y con un nombre de alta frecuencia (fácilmente clasificables como naturales o artificiales),

3. tamaño de los objetos adecuado para ser vistos a un metro de distancia, 4. los objetos guardan una relación plausible en ambientes naturales.

A partir de este estudio por jueces se obtuvo: los estímulos, describiéndose en la Tabla 2 el número y proporción de cada condición.

**Tabla 2.** Cantidad de estímulos por número de objetos que contienen y tipo de clasificación semántica (natural/artificial/ambos).

	Naturales	Artificiales	Natural-Artificial	Natural-Natural-Artificial	Natural-Artificial-Artificial
2 elementos	80	80	80	0	0
3 elementos	80	80	0	40	40

<sup>a</sup> La disposición espacial en el recuadro de cada tipo de clasificación está controlada, habiendo la misma cantidad de objetos naturales en la posición izquierda, en medio y la parte derecha, tanto para estímulos de dos como de tres elementos. Lo mismo aplica para objetos artificiales.

De los 480 estímulos que contiene la tarea viejo/nuevo; 120 estímulos de dos elementos y 120 de tres elementos fueron presentados en la fase de codificación, mientras que en la fase de reconocimiento, fueron utilizados 180 estímulos de dos elementos y 180 estímulos de tres elementos. En la fase de reconocimiento, para estímulos de dos y tres elementos, se utilizaron 60 imágenes que se clasificaron como estímulos “viejos” (igual a como fueron presentados en la fase de codificación), 60 imágenes fueron transformadas mediante el intercambio de uno de los objetos de un estímulo de dos elementos con uno de los objetos de un estímulo de tres elementos, clasificadas como “viejos modificados”, y 60 imágenes fueron “nuevas” (no presentadas durante la codificación). Los estímulos fueron presentados en 12 bloques que conformaban la fase de codificación (20 estímulos) y

reconocimiento (30 estímulos). El mismo número de todos los tipos de estímulo fue incluido en los bloques para ambas fases y todos los tipos de estímulo fueron presentados en orden aleatorio.

### *Procedimiento*

El experimento consistió en dos sesiones, en la primera se obtuvo información general sobre los participantes, se proporcionó toda la información sobre el estudio, se obtuvo el consentimiento informado por escrito y se identificó la medida de gorra que se utilizaría en la sesión de registro. También se evaluó la agudeza visual a través de la carta de Snellen (International Council of Ophthalmology, 1988) y se aplicó la versión breve de la prueba de ceguera al color de Ishihara (Ishihara, 2003). En la segunda sesión se colocó la gorra elástica con 128 electrodos para el registro de PRE y se digitalizó la posición de cada electrodo en un mapa tridimensional, así como se aplicó pasta electrolítica en cada uno de los electrodos. El registro, simultáneo a las tareas de ejecución conductual, se realizó en una cámara sonoroamortiguada. Los participantes se sentaron en un sillón con respaldo alto a 100 cm de distancia de la pantalla. En cada uno de los brazos del sillón se colocó una caja de respuesta con uno y dos botones respectivamente, en el primer caso para contestar con el dedo índice, y con los dedos índice y medio en el caso de la segunda caja (la posición de las cajas fue contrabalanceada para cada participante). Los participantes realizaron una breve práctica de la tarea (se generaron tres diferentes prácticas), con el objetivo de familiarizarse con los botones de respuesta y las instrucciones de cada fase. Cuando el participante demostraba mediante una correcta ejecución la comprensión de las tareas de memoria, se procedía a la realización de las mismas, durante las cuales se llevó a

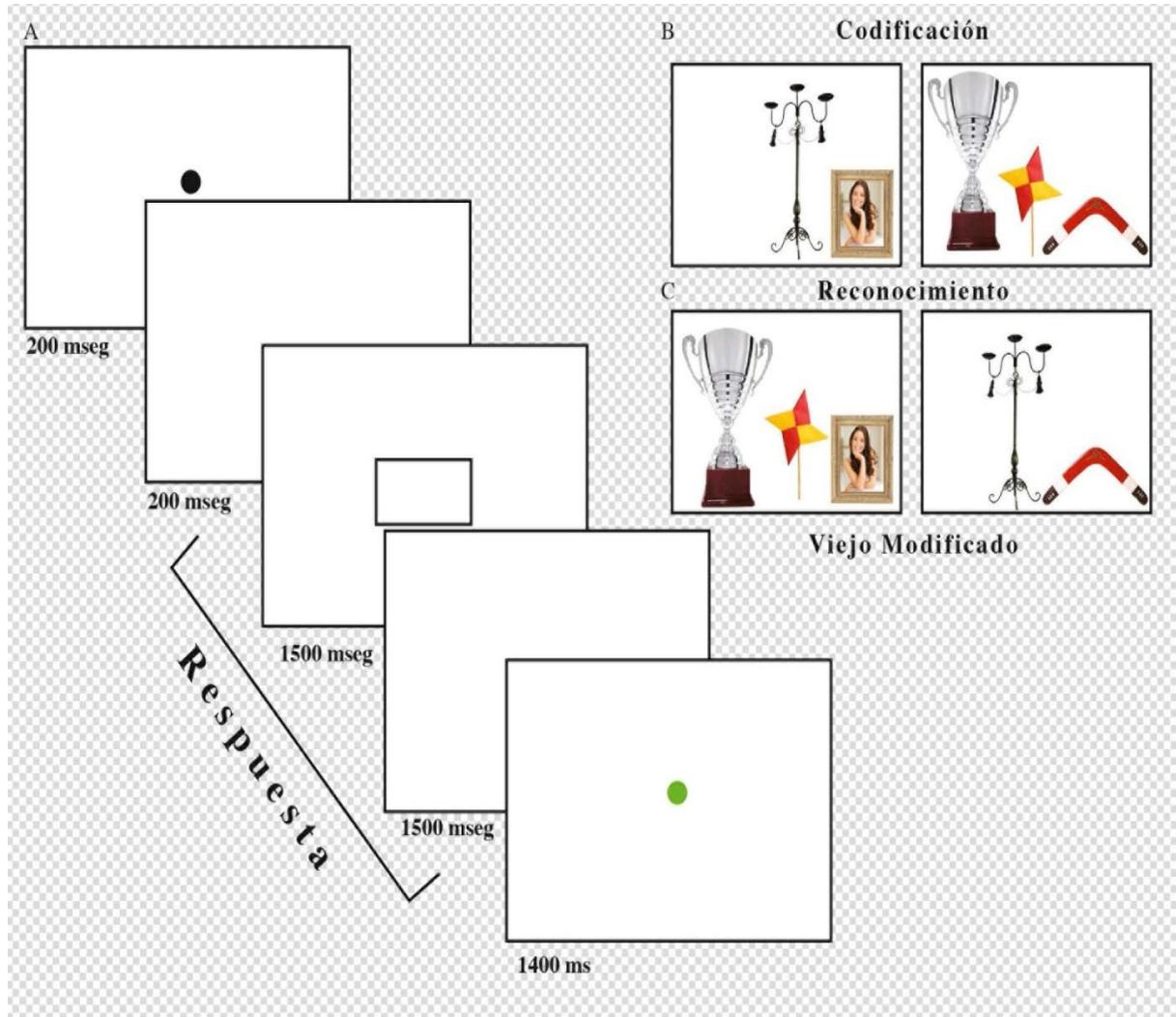
cabo el registro de PRE.

Durante las tareas de memoria se utilizaron los mismos eventos y tiempo de exposición que fueron usados en la fase de codificación y reconocimiento (ver Figura 1). Cada ensayo comenzaba con la presentación al centro de la pantalla por 200 msec de un círculo negro (diámetro con un ángulo visual de 0.5°) como punto de fijación, la pantalla permaneció en blanco durante los siguientes 200 msec, al término de este periodo se presentó el estímulo durante 1500 msec al centro de la pantalla. Después de la desaparición del estímulo, la pantalla permaneció en blanco durante 1500 msec. El participante pudo proporcionar su respuesta durante un periodo de 3000 msec a partir de la aparición del estímulo. Al término de este periodo, apareció al centro de la pantalla durante 1400 msec un círculo verde (diámetro con un ángulo visual de 0.5°), periodo en el que se le indicó al participante que podía parpadear. Al término de este periodo apareció de nuevo el círculo negro para dar inicio al siguiente ensayo. Durante la codificación el participante realizó una tarea semántica, al responder ante cada estímulo si todos los elementos presentados fueron algo natural, artificial o una combinación. En la fase de reconocimiento, la tarea consistía en responder ante cada estímulo si era “viejo”, “viejo modificado” o “nuevo”.

En ambas fases, las tres posibilidades de respuesta fueron contrabalanceadas entre los dedos índice y medio de la mano derecha o izquierda y el dedo índice de la otra mano.

La fase de recuperación fue evaluada mediante una tarea de recuerdo con claves, que consistió en la presentación de los estímulos correctamente identificados como “viejos modificados” en la fase de reconocimiento. Se presentaba el estímulo durante todo el tiempo que el participante quisiera verlo, y se le pedía que describiera el intercambio y

dijera el nombre del objeto que faltaba en el estímulo presentado, mismo que podía ser de dos o tres elementos. Durante esta fase no se llevó a cabo el registro de los PRE.



**Figura 1.** Se muestra la duración de cada uno de los eventos que ocurrieron en un ensayo, tanto en la fase de codificación, como en la de reconocimiento. En la fase de codificación la tarea del participante consistió en indicar para cada estímulo si todos los elementos (dos o tres) representaban objetos naturales, artificiales o una mezcla de ambos; en el reconocimiento, se realizó una tarea viejo/nuevo, con una distinción al incluir estímulos viejos modificados. En la tarea de recuerdo con clave el participante describió el intercambio y recuperó el elemento que no correspondía al par o triada de estímulos que se le presentaban.

## Registro

El registro del electroencefalograma (EEG) se realizó mediante el sistema de adquisición de EEG BrainVision QuickAmp de 128 canales, con una tasa de muestreo de 500 Hz para digitalizar la señal y un filtro de banda de 0.1 Hz a 100 Hz con el software BrainVision Recorder. Se colocó una gorra elástica ActiCap con 126 electrodos activos monopolares de plata clorurada. La posición de los electrodos está conformada por un arreglo de círculos concéntricos equidistantes a partir del vértex (Cz), el cual fue empleado como referencia con el promedio del voltaje de todos los electrodos. Para la tierra se utilizó un electrodo y el electro-oculograma (EOG) también fue monopolar. Se hizo el registro por medio de cuatro electrodos que se colocaron: uno en la porción lateral del ojo derecho y otro en la porción lateral izquierda del ojo izquierdo, para medir los movimientos horizontales, y dos más; uno en la región supraorbital y otro en la región infraorbital del ojo derecho, para medir los movimientos verticales. La impedancia de los electrodos se mantuvo menor a los 10 K $\Omega$ . Todos los registros se realizaron de manera continua durante la sesión experimental. La señal de EEG y del EOG se amplificó 20,000 veces y se filtró a 20 Hz y 24dB *roll-off* fuera de línea. Las épocas tuvieron una duración de 1200 msec y se inició 200 msec antes de la presentación de cada estímulo, periodo que se utilizó como línea base.

### Análisis Estadístico

#### *Datos conductuales*

Se realizó estadística de tendencia central y porcentajes para los datos demográficos. Para comparar el desempeño de los participantes durante la codificación; se llevó a cabo un análisis T de *Student* para muestras relacionadas y se obtuvieron las diferencias para la codificación correcta entre las medias de los grupos (dos y tres

elementos). El análisis de los tiempos de reacción se realizó utilizando el mismo procedimiento estadístico.

Para comparar el desempeño de los participantes durante la fase de reconocimiento se realizaron distintos análisis, utilizando el factor número de elementos (dos o tres). El tipo de estímulo correcto (“Viejo”, “Viejo Modificado” y “Nuevo”) fue la variable independiente (VI), en tanto que la proporción de respuestas que se presentaron en el factor número de elementos fue la variable dependiente (VD). Para explorar los tiempos de reacción, se realizaron análisis estadísticos, en los que la VI fue el factor tipo de estímulo correcto (“Viejo”, “Viejo Modificado” y “Nuevo”) y los tiempos de reacción para el factor número de elementos, la VD. Para comparar el desempeño de los participantes durante la fase de reconocimiento entre estímulos de dos y tres elementos, se realizó un análisis T de *Student* para muestras relacionadas, utilizando el factor tipo de estímulo correcto (“Viejo” y “Viejo Modificado”). El mismo análisis fue realizado para los estímulos “Nuevos” que fueron clasificados como estímulos viejos (sin discriminar si fueron viejos o viejos modificados). Los resultados de la tarea de reconocimiento fueron analizados usando los valores *d*-prima (*d'*) ya que proveen una estimación precisa de la habilidad de los participantes para discriminar entre la señal y ruido. Antes de analizar los valores *d'*, para controlar las diferencias entre respuestas correctas para estímulos de dos y tres elementos, se calculó la exactitud de las respuestas correctas para discriminar entre estímulos viejos y viejos modificados de dos elementos, y ésta fue estimada a través del porcentaje del correcto reconocimiento de pares que recibieron una respuesta correcta a “viejos” o “viejos modificados”, respectivamente. El mismo procedimiento fue usado para estimar estas respuestas para estímulos de tres elementos. La tasa de falsas alarmas usada para calcular la *d'* para estímulos de dos y tres elementos, fue la probabilidad de responder

“viejo modificado” a estímulos “viejos”, mientras que la probabilidad de responder “viejo” a estímulos “viejos modificados” fue la tasa de falsas alarmas usada para calcular la  $d'$  de estímulos viejos modificados. Asimismo, los valores  $c$  fueron calculados para medir el sesgo de la respuesta. Los valores  $d'$  y  $c$ , fueron analizados de forma independiente mediante ANOVAs de medidas repetidas, en el que se incluyeron los factores número de elementos (dos y tres) y tipo de estímulo (viejo y viejo modificado). Un procesamiento similar fue usado para analizar los tiempos de reacción (TR) para las respuestas correctas de la tarea de reconocimiento.

En la tarea de recuerdo con claves, se realizó un ANOVA de medidas repetidas, en el que los factores fueron: número de elementos (dos y tres) y tipo de respuesta (correcta recuperación del elemento, olvido del elemento, errores dentro del estímulo [otros elementos del estímulo original, ya sea de dos o tres elementos] y errores entre estímulos [otros elementos de otros estímulos, ya sea de dos o tres elementos]).

Al realizar ANOVAs de medidas repetidas, en caso de violación al supuesto de esfericidad, se reportó el valor de  $\epsilon$  y el nivel de probabilidad con la corrección de Greenhouse-Geisser. El nivel de probabilidad para que el valor fuera considerado significativo fue menor a 0.05. Cuando un ANOVA resultó significativo, las diferencias se analizaron mediante la prueba post hoc de diferencias honestamente significativas de Tukey.

### *Datos Fisiológicos*

En los datos de la fase de reconocimiento se realizó una corrección automática de

movimiento ocular basada en el algoritmo de Gratton *et al.*, (1983) con el software BrainVision Analyzer 2. Posteriormente, se llevó a cabo una corrección de la línea base de la señal electrofisiológica de toda la época, en función de los 200 mseg pre-estímulo, cada época incluyó los 1200 mseg posteriores a la presentación del estímulo. Se utilizó un pase bajo de 20 Hz con 24 dB de atenuación. Se eliminaron de manera automática los ensayos que presentaron una señal que excedía los  $\pm 70 \mu\text{V}$  a través de la inspección visual de cada una de las épocas y se eliminaron también aquellos ensayos que presentaban artefactos oculares y/o motores. Se promediaron las épocas para cada participante y posteriormente se calculó la gran media de la señal de las respuestas correctas en cada tarea, para cada tipo de estímulo.

El promedio de ensayos (se presenta la media y error estándar), con estímulos correctamente reconocidos, analizado en cada tarea para la fase de reconocimiento fue: “viejo”  $42.3 \pm 3.2$ , “viejo modificado”  $39.5 \pm 3.9$  y “nuevo”  $43.7 \pm 2.1$ . No se encontraron diferencias en el promedio de los ensayos analizados en las tareas, [ $F(2, 50) = 0.92$ ,  $p = 0.36$ ,  $\epsilon = 0.89$ ]. No se realizó análisis de los datos de codificación y recuperación.

La amplitud media de los PRE fue medida con respecto a la señal promedio de la línea base de 200 mseg previo a la presentación del estímulo, en cinco ventanas de medición: 50-150 mseg, 150-300 mseg, 300-500 mseg, 500-800 mseg y 800-1200 mseg post-estímulo. Las dos primeras ventanas se seleccionaron para evaluar componentes atencionales N100 y P200. Un efecto de automonitoreo esperado en áreas temporales y occipitales se evaluó en la ventana de 200-300 mseg. El efecto viejo/nuevo temprano esperado en derivaciones frontales medias se midió con la ventana de 300-500 mseg. Las

últimas dos ventanas de medición se eligieron para analizar el efecto viejo/nuevo tanto parietal izquierdo, como frontal derecho, ya que ambos efectos se caracterizan por una amplitud sostenida hacia el final de la época. No se utilizaron ventanas de medición más allá de los 1200 mseg, ya que se ha identificado una deflexión en la amplitud asociada con el *offset* del estímulo. Las ventanas de medición fueron seleccionadas tomando en cuenta algunos estudios previos, en los que se ha evaluado aproximadamente igual duración de las ventanas en tareas de memoria viejo/nuevo (Cansino y Trejo-Morales, 2008; Cansino *et al.*, 2010).

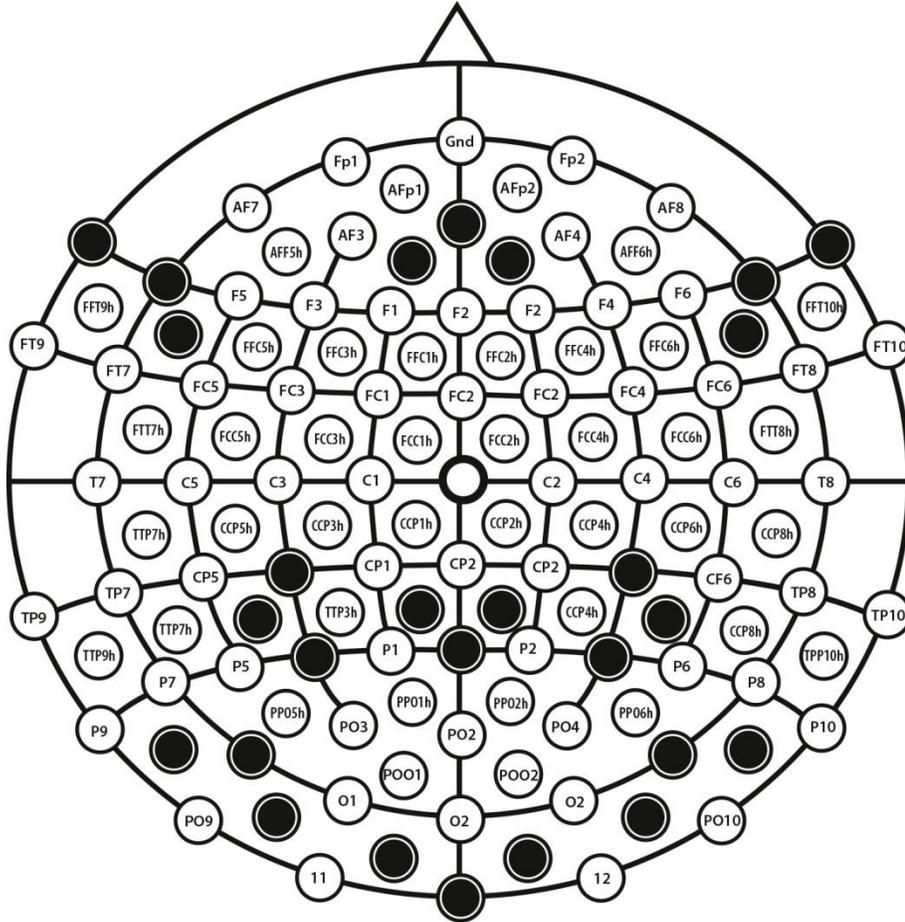
Los análisis correspondientes al reconocimiento, para examinar el efecto viejo/nuevo en los ensayos correctamente reconocidos de dos y tres estímulos, requirieron de un ANOVA de medidas repetidas para cada ventana de medición. Se incluyeron como variables independientes los factores: número de elementos (2 o 3), tipo de estímulo (“viejos”, “viejos modificados” y “nuevos”), posición (frontal, parietal y occipital) y región (izquierda, derecha y línea media), y como variable dependiente, la amplitud de los PRE. Cada una de estas regiones de interés incluyó el promedio de la amplitud media de los tres electrodos, la selección de éstos para cada región de interés se muestra en la Figura 2.

Se realizó un análisis para explorar el efecto del número de elementos sobre el recuerdo, incluyendo este, la comparación entre los PRE asociados con el número de elementos (2 o 3 elementos). Se realizó un ANOVA de medidas repetidas en cada ventana de medición con los factores: número de elementos (2 o 3), posición (frontal, parietal, occipital) y región (izquierda, línea media y derecha) como VI y la amplitud de los PRE como VD. Los análisis en cuanto al reconocimiento, para examinar el efecto viejo/nuevo,

incluyeron la comparación entre los PRE asociados con el reconocimiento correcto de ensayos “viejos” y “viejos modificados” y las respuestas correctas a ensayos “nuevos”. Se realizó un ANOVA de medidas repetidas en cada ventana de medición con los factores: tipo de elemento (“viejo”, “viejo modificado” y “nuevo”), posición (frontal, parietal, occipital) y región (izquierda, línea media y derecha) como VI y la amplitud de los PRE como VD.

Asimismo el análisis de la recuperación medido desde la tarea de reconocimiento, incluyó la comparación entre los PRE asociados con el correcto reconocimiento de estímulos “viejos modificados” y con las respuestas correctas de estímulos “viejos”. Se realizó un ANOVA de medidas repetidas para cada ventana de medición con la amplitud de los PRE como VD y los factores: número de elementos (2 o 3), tipo de estímulo (viejo, viejo modificado y nuevo), posición (frontal, parietal y occipital) y región (izquierdo, derecho y línea media), como VI.

Debido a que se emplearon ANOVAs de medidas repetidas, en caso de violación al supuesto de esfericidad, se reportó el valor de  $\epsilon$  y el nivel de probabilidad con la corrección de Greenhouse-Geisser. El nivel de probabilidad para que el valor fuera considerado significativo fue menor a 0.05. Cuando un ANOVA resultó significativo, las diferencias se analizaron mediante la prueba post hoc de diferencias honestamente significativas de Tukey.



**Figura 2.** Se reporta la selección de triadas de electrodos para cada región de interés, cada región incluyó el promedio de la amplitud media de los tres electrodos.

## Resultados

### *Resultados Conductuales*

#### Codificación

El porcentaje de respuestas correctas de codificación de dos elementos (Media  $\pm$  Error Estandar:  $89.0 \pm 0.31$ ) y tres elementos (M= 88.0, EE= 0.33) fue equivalente para el número de elementos (2 o 3), [ $t(29) = 1.68$  p= .10]. La tabla 3 presenta la media y error estándar de los porcentajes de respuestas correctas para dos y tres elementos así como, los tiempos de reacción durante la fase de codificación. En cuanto a los tiempos de reacción (TR)

se encontraron diferencias estadísticamente significativas, que indican que codificar tres elementos toma mayor tiempo ( $M= 1427$ ,  $EE= 33$ ) que codificar dos elementos ( $M= 1314$ ,  $EE= 29$ ), [ $t(29) = -8.88$   $p < 0.0001$ ].

**Tabla 3.** Media del porcentaje de respuestas correctas (%) y tiempos de reacción (mseg) por número de elementos en la fase de codificación. Errores estándar entre paréntesis.

Elementos	Codificación	Tiempos de reacción
2	89.0 (0.31)	1427 (33)
3	88.0 (0.33)	1314 (29)

### Reconocimiento

El desempeño porcentual promedio de las respuestas correctas y tiempos de reacción en la fase de reconocimiento se muestran en la tabla 4 y 5, respectivamente.

**Tabla 4.** Media del porcentaje de respuestas correctas (%) en la fase de reconocimiento por tipo de estímulo (Viejo, Viejo Modificado y Nuevo) y el número de elementos (2 y 3). Error estándar entre paréntesis.

Elementos	Reconocimiento		
	Viejo	Viejo Modificado	Nuevo
2	77.50 (0.62)	69.70 (0.62)	85.30 (0.71)
3	72.90 (0.61)	60.80 (0.92)	84.30 (0.70)

**Tabla 5.** Media de los tiempos de reacción (mseg) en la fase de reconocimiento por tipo de estímulo (Viejo, Viejo Modificado y Nuevo) y número de elementos (2 y 3). Error estándar entre paréntesis.

Elementos	Reconocimiento		
	Viejo	Viejo Modificado	Nuevo
2	1341 (46)	1488 (44)	1270 (44)
3	1475 (38)	1582 (40)	1341 (45)

En la fase de reconocimiento, las respuestas correctas difirieron significativamente,  $t(29) = 8.38$   $p < .001$ , para estímulos de dos ( $M = 73.59$ ,  $EE = 1.69$ ) y tres ( $M = 66.92$ ,  $EE = 1.50$ ) elementos; sin embargo, las respuestas incorrectas para estímulos nuevos no difirió,  $t(29) = -0.86$ ,  $p = .39$ ; para dos ( $M = 12.20$ ,  $EE = 2.05$ ), y tres ( $M = 13.28$ ,  $EE = 2.15$ ) elementos.

Los resultados del ANOVA de medidas repetidas realizados sobre los valores de  $d'$  resultaron estadísticamente significativos para el factor tipo,  $F(1, 29) = 6.84$ ,  $MSE = 0.18$ ,  $p = .01$ ,  $\eta_p^2 = .19$ , y para la interacción entre el factor tipo y el factor número de elementos,  $F(1, 29) = 5.30$ ,  $MSE = 0.02$ ,  $p = .03$ ,  $\eta_p^2 = .16$ , pero no para el factor número de elementos,  $F(1, 29) = 0.91$ ,  $MSE = 0.18$ ,  $p = .35$ ,  $\eta_p^2 = .03$ ,  $95\% \text{ IC} = 1.12 \leq \mu_1 - \mu_2 \leq 1.46$ . Los valores  $d'$  fueron más altos para estímulos viejos ( $1.40 \pm 0.11$ ) que para viejos modificados ( $1.20 \pm 0.09$ ). Con el análisis post hoc de Scheffe se confirmó que los valores  $d'$  fueron más altos para estímulos viejos que para estímulos viejos modificados, tanto para estímulos de dos como de tres elementos (Tabla 6). De igual forma, los valores  $d'$  para estímulos viejos modificados fueron más altos para estímulos de dos elementos que para estímulos de tres elementos; sin embargo, los estímulos viejos no difieren en función del número de

elementos, siendo igual para dos y tres.

**Tabla 6.** Media del porcentaje de respuestas correctas en la fase de reconocimiento, falsas alarmas, nuevas incorrectas y los índices  $d'$  y  $C$ , en para el tipo de estímulo (viejos y viejos modificados) y el número de elementos (2 y 3). Entre paréntesis desviación estándar.

	<b>Correctas</b>	<b>Falsas Alarmas</b>	<b>Nuevas Incorrectas</b>	$d'$	$C$
<b>Dos Elementos</b>					
<i>Viejos</i>	77.50 (12.76)	20.50 (1.49)	2.07 (1.40)	1.40 (.12)	.63 (.05)
<i>Viejos Modificados</i>	69.70 (12.83)	25.23 (2.45)	5.12 (0.75)	1.27 (.10)	.70 (.06)
<b>Tres Elementos</b>					
<i>Viejos</i>	72.90 (12.73)	23.50 (0.81)	3.60 (0.50)	1.39 (.11)	.56 (.05)
<i>Viejos Modificados</i>	60.80 (16.97)	30.81 (2.44)	8.41 (2.19)	1.13 (.11)	.70 (.06)

Con el fin de reconfirmar el efecto nulo que tuvo el factor número de elementos sobre el reconocimiento de estímulos viejos, se realizó un análisis Bayesiano (Masson, 2011). En primera instancia se llevó a cabo un ANOVA de los valores de  $d'$  para los estímulos de dos y tres elementos, con la finalidad de obtener los valores correspondientes a la suma de cuadrados. Obteniendo el factor de Bayes de 5.42 y las probabilidades *a posteriori* fueron de  $P_{\text{BIC}}(H_0|D) = .84$  y  $P_{\text{BIC}}(H_1|D) = .16$  para la hipótesis nula y alterna, respectivamente. De acuerdo a la clasificación de Raftery (1995), este resultado provee evidencia que apoya la hipótesis nula en detrimento de la alterna. El ANOVA realizado sobre los valores  $c$  resultó

significativo para el factor tipo de estímulo  $F(1, 29) = 6.84$ ,  $MSE = 0.04$ ,  $p = .01$ ,  $\eta_p^2 = .19$ , y para la interacción entre el factor tipo de estímulo y el factor número de elementos  $F(1, 29) = 5.30$ ,  $MSE = 0.006$ ,  $p = .03$ ,  $\eta_p^2 = .16$ , pero no resultó significativo para el factor número de elementos  $F(1, 29) = 0.91$ ,  $MSE = 0.18$ ,  $p = .35$ ,  $\eta_p^2 = .03$ . El efecto principal del factor tipo de estímulo, reveló que los valores de  $C$  fueron más altos para los estímulos viejos modificados ( $.70 \pm .05$ ) que para los estímulos viejos ( $.60 \pm .05$ ). Se realizó un análisis *post hoc*, para corroborar la interacción significativa reportada en valores  $C$  mayores para estímulos viejos modificados, que para estímulos viejos. Este análisis se realizó sin tomar en cuenta el número de elementos, siendo igual para dos y tres elementos (Tabla 6). Adicionalmente, los valores  $C$  para estímulos viejos fueron menores para estímulos de dos elementos, que para estímulos de tres elementos, pero en el caso de los estímulos modificados no existe diferencia entre el número de elementos. Demostrando lo anterior, que cuando se modifica el estímulo durante el reconocimiento, en relación a la codificación, reconocer esa modificación, es igualmente complicado para estímulos de dos elementos que para tres elementos.

Se realizaron análisis para los tiempos de reacción de las respuestas correctas, encontrando significativo el factor número de elementos  $F(1, 29) = 5.65$ ,  $MSE = 23155.98$ ,  $p = .02$ ,  $\eta_p^2 = .16$ , pero no para el factor tipo de estímulo  $F(1, 29) = 3.58$ ,  $MSE = 52,594.20$ ,  $p < .07$ ,  $\eta_p^2 = .11$ , ni para la interacción entre estos dos factores  $F(1, 29) = 0.48$ ,  $MSE = 26,306.57$ ,  $p < .49$ ,  $\eta_p^2 = .02$ . Los participantes fueron más rápidos respondiendo correctamente a los estímulos de dos elementos (Media  $\pm$  EE:  $1439 \pm 25$ ) que a tres elementos ( $1505 \pm 36$ ).

**Tabla 7.** Media de tiempos de reacción en la tarea de reconocimiento para respuestas correctas, falsas alarmas y nuevas incorrectas, para tipo de estímulo (viejo y viejo modificado) y número de elementos (2 y 3). Desviación estándar entre paréntesis.

	<b>Correctos</b>	<b>Falsas Alarmas</b>	<b>Nuevas Incorrectas</b>
<b>Dos Elementos</b>			
<i>Viejos</i>	1341 (155)	1377 (161)	1303 (198)
<i>Viejos Modificados</i>	1488 (190)	1706 (160)	1403 (196)
<b>Tres Elementos</b>			
<i>Viejos</i>	1475 (177)	1595 (226)	1693 (180)
<i>Viejos Modificados</i>	1582 (318)	1679 (164)	1713 (199)

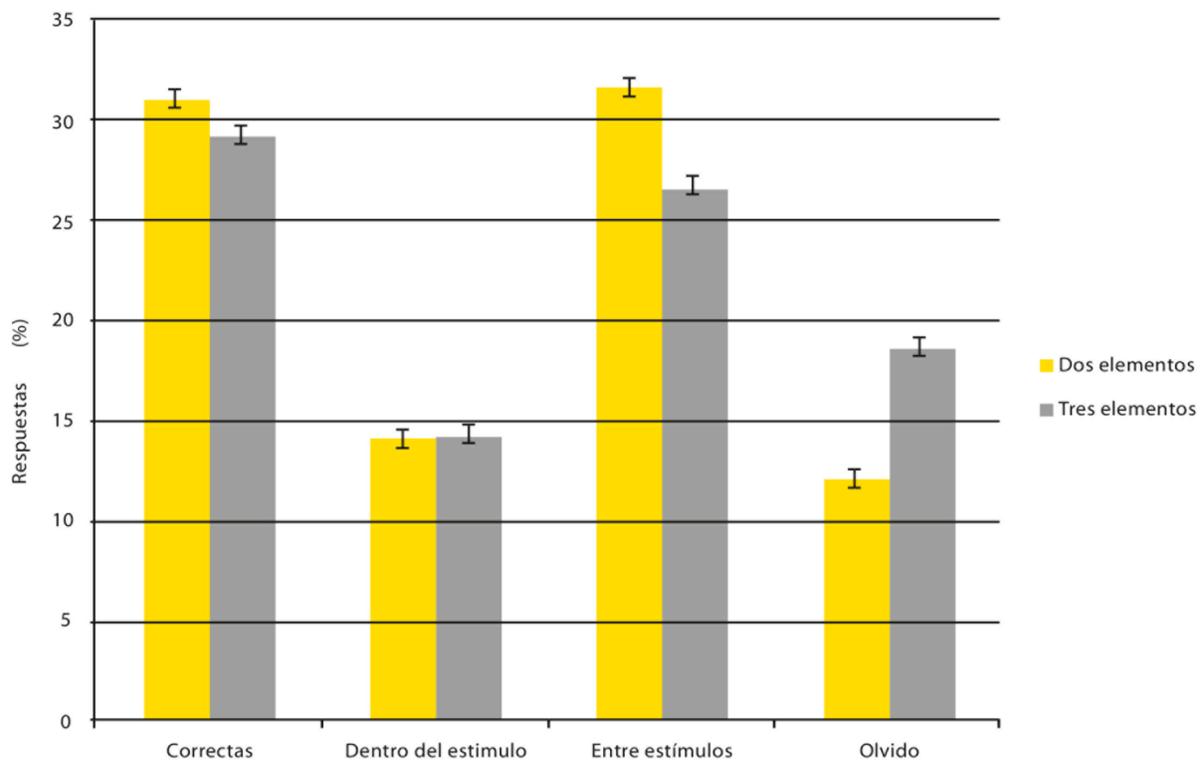
Nota: Las falsas alarmas corresponden a la respuesta de viejo modificado, por parte del participante, cuando el estímulo era viejo. Y la respuesta de viejo cuando era un estímulo viejo modificado. Las respuestas nuevas incorrectas son estímulos viejos o viejos modificados que fueron juzgados como nuevos. Las desviaciones estándar se muestran entre paréntesis.

### **Recuerdo con claves**

Para el análisis de esta fase sólo los estímulos correctamente identificados como viejos modificados en la fase de reconocimiento, son presentados en esta tarea: la media para estímulos de dos elementos fue de 41.8, y de 36.5 para tres elementos. Los resultados del ANOVA fueron significativos para el factor tipo de estímulo  $F(3, 87) = 775.79$ ,  $MSE = 6.58$ ,  $\varepsilon = .87$ ,  $p < .001$ ,  $\varepsilon = .87$ ,  $\eta_p^2 = .96$ , y para la interacción entre el factor tipo de estímulo y el factor número de elementos  $F(3, 87) = 53.34$ ,  $MSE = 8.88$ ,  $p < .001$ ,  $\varepsilon = .77$ ,  $\eta_p^2 = .65$ , más no así para el factor número de elementos  $F(1, 29) = 0.13$ ,  $MSE = 4.14$ ,  $p = .72$ ,  $\eta_p^2 < .004$ ,

95% CI = 21.8  $\leq \mu_1 - \mu_2 \leq$  22.7]. El análisis *post hoc* de Scheffe reveló, que para el efecto principal del factor tipo de estímulo, las respuestas correctas ( $30.17 \pm 0.25$ ) fueron significativamente diferentes para los errores entre estímulos ( $14.14 \pm 0.37$ ) y los olvidos ( $15.38 \pm 0.19$ ), los errores dentro del estímulo difirieron de los errores entre estímulos ( $29.15 \pm 0.44$ ) y los errores entre estímulos difirieron de los olvidos. Los análisis *post hoc* condujeron a dilucidar la interacción significativa mostrada para la mayor incidencia de errores entre estímulos en ensayos de dos elementos, que para ensayos de tres elementos, asimismo los olvidos fueron mayores para estímulos de tres elementos que para los de dos elementos (Figura 3). Por otro lado los análisis *post hoc* demostraron para estímulos de dos elementos, que las respuestas correctas son más altas que todos los tipos de errores, excepto los errores entre estímulos, sin embargo en el caso de los estímulos de tres elementos, las respuestas correctas fueron superiores a todos los tipos de errores. Los errores entre estímulos fueron mayores que todos los otros tipos de errores, sin importar el número de elementos del estímulo. Los errores dentro del estímulo fueron mayores que los olvidos para los estímulos de tres elementos, pero no así para estímulos de dos elementos. Siendo el presente caso en que las respuestas correctas no estuvieron afectadas por el número de elementos de los estímulos, se realizó un análisis Bayesiano para estimar el grado de evidencia que apoya la prevalencia de la hipótesis nula. Mediante un ANOVA para las respuestas correctas de estímulos de dos y tres elementos, se calculó la suma de cuadrados. El factor de Bayes fue de 3.13, y la probabilidad *a posteriori* para apoyar la hipótesis nula sobre la hipótesis alterna fue de  $P_{\text{BIC}}(H_0|D) = .76$  y  $P_{\text{BIC}}(H_1|D) = .24$ , respectivamente. Este resultado provee evidencia que apoya la prevalencia de la hipótesis nula. Los otros tres tipos de errores fueron identificados, pero no fueron analizados por la baja incidencia: la identificación incorrecta del elemento que fue reemplazado y la recuperación de un elemento

de un estímulo diferente al codificado (dos elementos:  $3.1 \pm 0.18$ , tres elementos:  $3.3 \pm 0.15$ ), la recuperación correcta de la composición original del estímulo pero la incorrecta identificación del elemento que fue reemplazado (dos elementos:  $3.6 \pm 0.15$ , tres elementos:  $3.4 \pm 0.20$ ), y la recuperación de un elemento presentado en un nuevo estímulo de dos o tres elementos (dos elementos:  $3.1 \pm 0.20$ , tres elementos:  $3.2 \pm 0.12$ ). Adicionalmente, existen casos, donde los participantes indicaron no encontrar la modificación en el estímulo presentado, 1.2% para dos elementos y 1.5% para tres elementos, de los estímulos modificados.



**Figura 3.** Se muestran las medias del porcentaje de respuestas correctas y errores (%) en la tarea de recuerdo con claves, por tipo de error (dentro del estímulo, entre estímulos y los olvidos) y el número de elementos (2 y 3).

## *Resultados Fisiológicos*

### Reconocimiento

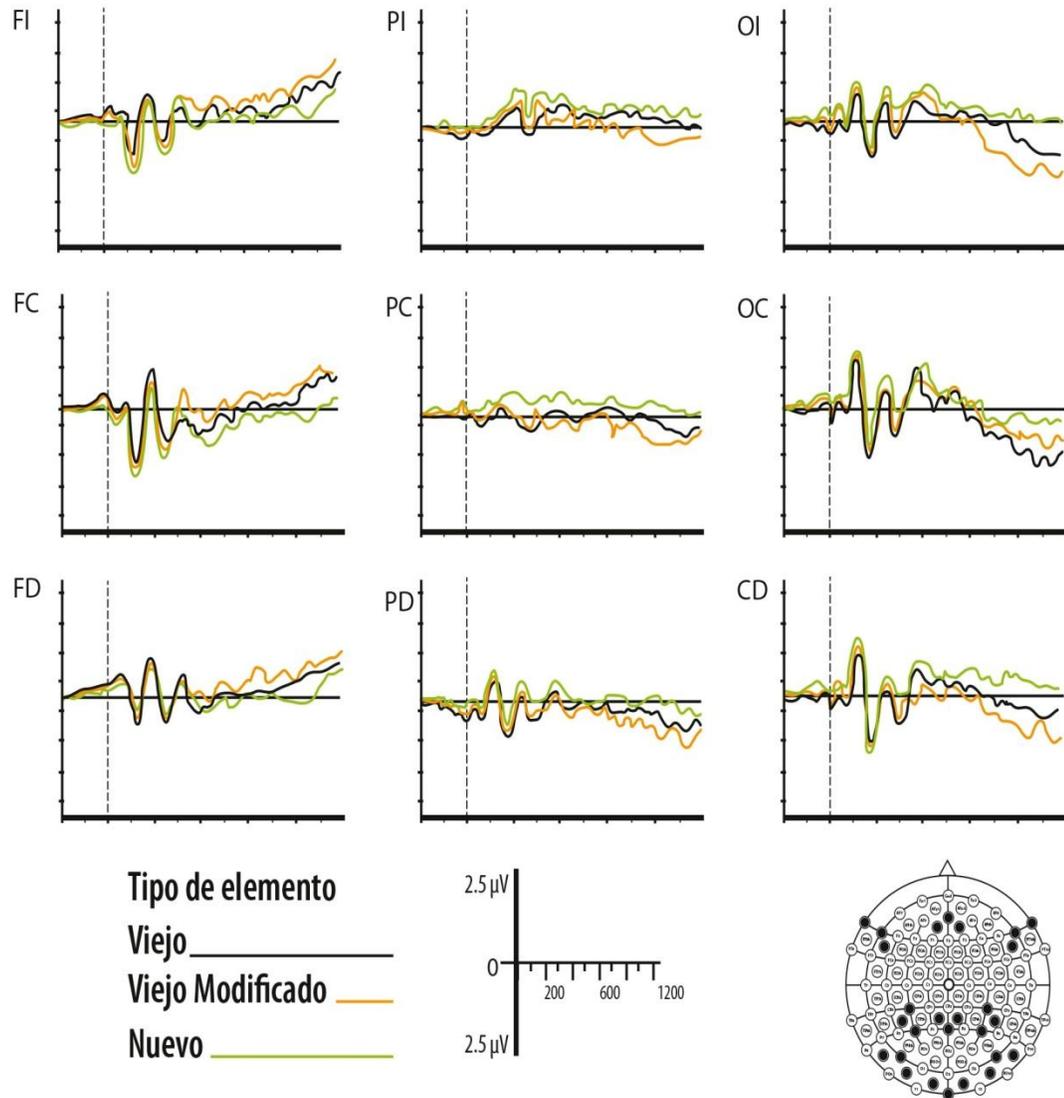
Los PRE registrados que fueron analizados en la fase de reconocimiento, se segmentaron en función del número de elementos, durante una tarea de reconocimiento viejo/nuevo, se muestran en la Figura 4 para las respuestas: viejo, viejo modificado y nuevo, en el caso de dos elementos y en la Figura 5 el de tres elementos. Se encontró una interacción significativa entre los factores número de elementos, posición y región que a continuación se describe, en un análisis en función del factor número de elementos sin importar el factor tipo de estímulo, encontrándose en las siguientes ventanas de medición: 150-300 mseg [ $F(6,174) = 3.64$ ,  $MSE = .110$ ,  $p < .020$ ,  $\eta_p^2 = .142$ ], 300-500 mseg [ $F(6,174) = 3.5$ ,  $MSE = 1.81$ ,  $p < .040$ ,  $\eta_p^2 = .137$ ], 500-800 mseg [ $F(6,174) = 3.54$ ,  $MSE = 9.6$ ,  $p < .045$ ,  $\eta_p^2 = .139$ ], y 800-1200 mseg [ $F(6,100) = 5.54$ ,  $MSE = 2.29$ ,  $p < .028$ ,  $\eta_p^2 = .201$ ]. Las comparaciones post hoc para esas ventanas concluyeron que la amplitud de los PRE para estímulos de tres elementos, fue mayor que la de los PRE asociados a dos elementos, en las siguientes regiones: Frontal Izquierdo (FI), Parietal Medio (PM), Parietal Izquierdo (PI), Parietal Derecho (PD), Occipital Derecho (OD) y Occipital Izquierdo (OI) para todas las ventanas de medición.

A partir del análisis de los PRE se reveló el efecto viejo/nuevo registrado en la fase de reconocimiento, el ANOVA realizado mostró interacciones significativas entre el tipo de estímulo, posición y región. En el factor tipo de estímulo: el correcto reconocimiento de estímulos “viejos” en las ventanas de medición de; 300-500 mseg [ $F(6,174) = 4.12$ ,  $MSE = .210$ ,  $p < .011$ ,  $\eta_p^2 = .221$ ], 500-800 mseg [ $F(6,174) = 3.87$ ,  $MSE =$

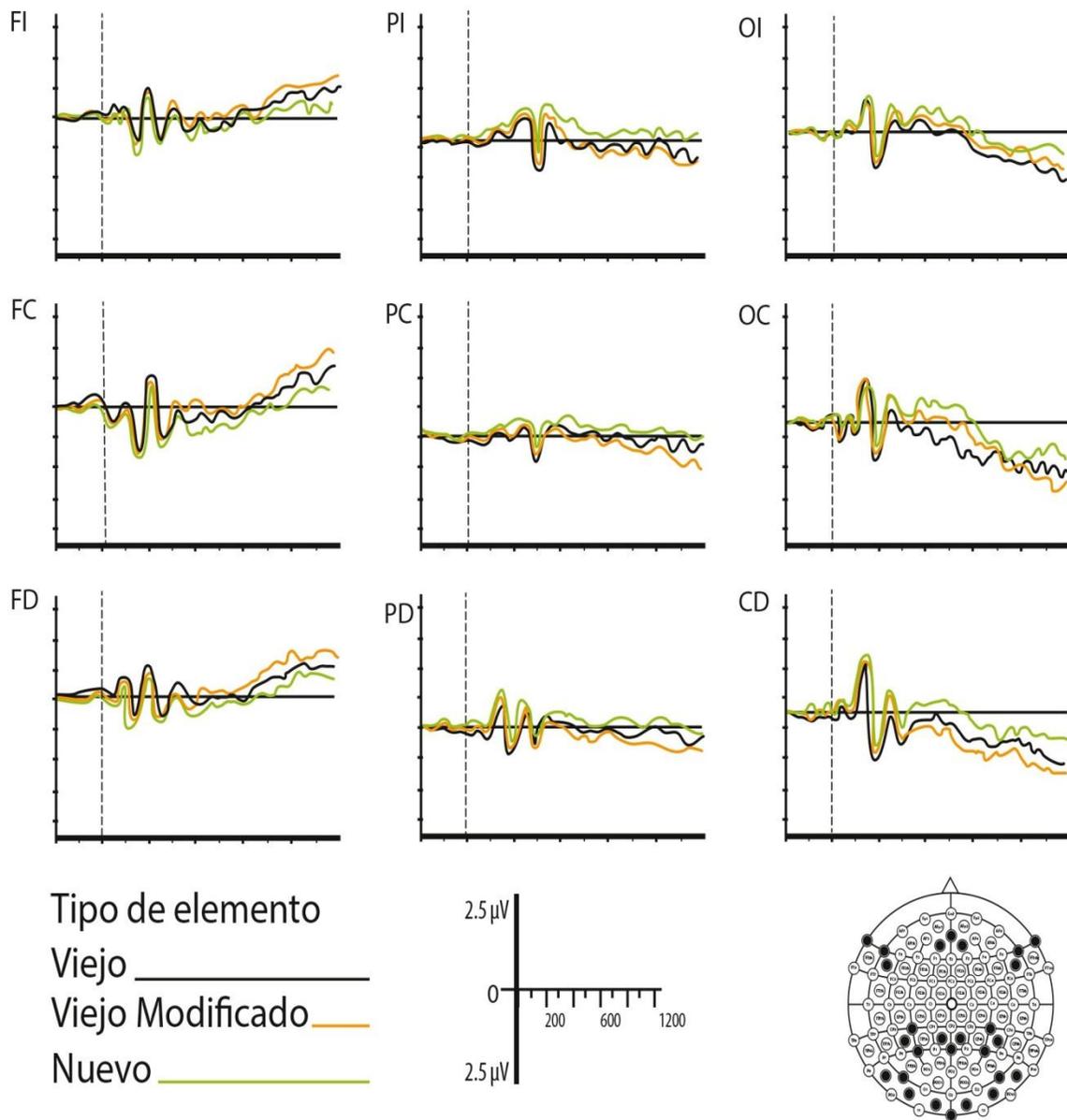
.234,  $p < .017$ ,  $\eta_p^2 = .323$ ] y 800-1200 mseg [  $F(6,174) = 4.46$ ,  $MSE = .224$ ,  $p < .018$ ,  $\eta_p^2 = .318$ ] junto con el correcto reconocimiento de estímulos “nuevos”, en las ventanas de medición de; 300-500 mseg [  $F(6,174) = 3.18$ ,  $MSE = .114$ ,  $p < .023$ ,  $\eta_p^2 = .321$ ], 500-800 mseg [  $F(6,174) = 4.12$ ,  $MSE = .276$ ,  $p < .023$ ,  $\eta_p^2 = .323$ ] y 800-1200 mseg [  $F(6,174) = 3.34$ ,  $MSE = .176$ ,  $p < .012$ ,  $\eta_p^2 = .409$ ], donde estas interacciones resultaron significativas. Mediante las comparaciones realizadas en los análisis post hoc para esas ventanas, se encontró que la amplitud de los PRE de los estímulos viejos, fue mayor que las de los PRE asociados con los estímulos nuevos, en las mismas regiones de interés para ambas condiciones de la tarea (número de elementos): 300-500 mseg: Frontal Medial (FM), Frontal Izquierdo (FI), Parietal Izquierdo (PI), Occipital Izquierdo (OI), Occipital Medio (OM) y Occipital Derecho (OD); 500-800 mseg: Frontal Medial (FM) Frontal Izquierdo (FI), Frontal Derecho (FD), Parietal Izquierdo (PI), Parietal Derecho (PD), Occipital Izquierdo (OI), Occipital Medio (OM) y Occipital Derecho (OD) y 800-1200 mseg: Frontal Izquierdo (FI), Frontal Derecho (FD), Parietal Derecho (PD), Occipital Medio (OM) y Occipital Derecho (OD).

Para comparar el efecto que podrían tener los procesos de familiaridad y de recolección dentro de la tarea de reconocimiento, se realizaron análisis con el factor tipo de estímulo (“viejo” y “viejo modificado”). Se encontraron interacciones significativas entre el tipo de estímulo, posición y región. En el tipo de estímulo viejo en las siguientes ventanas de medición: 150-300 mseg, [  $F(6,174) = 4.43$ ,  $MSE = .349$ ,  $p < .021$ ,  $\eta_p^2 = .428$ ]; 300-500 mseg, [  $F(6,174) = 3.24$ ,  $MSE = .195$ ,  $p < .034$ ,  $\eta_p^2 = .394$ ]; 500-800 mseg [  $F(6,174) = 4.12$ ,  $MSE = .174$ ,  $p < .038$ ,  $\eta_p^2 = .429$ ] y 800-1200 mseg, [  $F(6,174) = 3.75$ ,  $MSE = .376$ ,  $p < .036$ ,  $\eta_p^2 = .418$ ], y con el estímulo viejo modificado en las siguientes

ventanas de medición: 50-150 mseg [  $F(6,174) = 4.25$ ,  $MSE = .276$ ,  $p < .045$ ,  $\eta_p^2 = .265$ ]; 300-500 mseg, [  $F(6,174) = 4.43$ ,  $MSE = .249$ ,  $p < .037$ ,  $\eta_p^2 = .284$ ]; 500-800 mseg, [  $F(6,174) = 3.39$ ,  $MSE = .375$ ,  $p < .043$ ,  $\eta_p^2 = .423$ ] y 800-1200 mseg, [  $F(6,174) = 4.94$ ,  $MSE = .284$ ,  $p < .034$ ,  $\eta_p^2 = .364$ ]. Estas interacciones resultaron significativas en las mismas ventanas de medición, sólo la ventana de los 50-150 mseg, fue significativa para estímulos viejos modificados en las regiones: Frontal Izquierdo (FI), Parietal Izquierdo (PI), Occipital Izquierdo (OI), Occipital Medio (OM) y Occipital Derecho (OD) únicamente. Con las comparaciones post hoc realizadas para esas ventanas, se encontró que la amplitud de los PRE de los estímulos viejos modificados, fue mayor que las de los PRE asociados con los estímulos viejos, en las mismas regiones de interés en ambas condiciones de la tarea (número de elementos): 300-500 mseg: Frontal Izquierdo (FI), Frontal Derecho (FD), Parietal Medio (PM), Parietal Derecho (PD), Parietal Izquierdo (PI), y Occipital Izquierdo (OI) y Occipital Derecho (OD); 500-800 mseg: Frontal Izquierdo (FI), Frontal (FD), Parietal Izquierdo (PI), Occipital Izquierdo (OI) y Occipital Medio (OM) y 800-1200 mseg; Frontal Izquierdo (FI), Frontal (FD), Parietal Izquierdo (PI), Occipital Izquierdo (OI) y Occipital Derecho (OD).



**Figura 5.** Gran promedio de los Potenciales Relacionados a Eventos en la condición de dos elementos en la fase de reconocimiento. Abreviaturas: F: frontal, P: parietal, O: occipital, I: izquierdo, D: derecho, C: central.



**Figura 6.** Gran promedio de los Potenciales Relacionados a Eventos en la condición de tres elementos en la fase de reconocimiento. Abreviaturas: F: frontal, P: parietal, O: occipital, I: izquierdo, D: derecho, C: central.

## Discusión

Tratándose la presente investigación de tareas conductuales medidas simultáneamente con una técnica electrofisiológica, se cree pertinente presentar la discusión de los resultados obtenidos, de forma integrada para la mejor comprensión de la información.

La contribución de los procesos de familiaridad y recolección en tareas de reconocimiento elemento-elemento aún es poco clara ya que los paradigmas que son usados para su estudio (p.e. viejo/nuevo (Rugg, *et al.*, 1998; Düzel *et al.*, 2001; Tendolkar *et al.*, 2000) y recordado/conocido (Düzel *et al.*, 1997; Trott *et al.*, 1999 y Curran, 2004) no ofrecen información objetiva y cuantificable respecto a la disociación o unificación de estos dos procesos. La realización de un estudio viejo/nuevo con modificaciones en la fase de reconocimiento permitió dilucidar la injerencia de los procesos de familiaridad y recolección dentro de tareas puramente de reconocimiento, sin embargo sin una tarea de recuperación, es imposible afirmar lo anterior. En nuestro experimento se realizó una tarea de recuerdo con claves que permitió corroborar la influencia de cada uno de estos procesos en el recuerdo de información.

La equivalencia en la codificación para estímulos de dos y tres elementos ( $88.9\% \pm 5.8$  y  $88.3\% \pm 5.3$  respectivamente) revela que la integración de estímulos visuales se lleva a cabo de manera semejante durante dicha fase. Sin embargo, los tiempos de reacción difieren, siendo mayor el tiempo empleado para la codificación de tres elementos. Lo anterior ofrece información respecto a si el proceso de *binding* relacional ocurre de forma

unificada o es flexible. La equivalencia de la codificación entre estos elementos, a pesar del aumento de información, puede denominarse *binding* unificado, en el que se da la representación de los elementos de forma unitaria y la capacidad de recuperarlos ocurriría como un todo (Sutherland y Rudi, 1989). Sin embargo, el que la diferencia en el tiempo de reacción sea mayor para tres elementos, va en contra de lo anterior y se adhiere a la teoría de memoria relacional (Cohen y Eichenbaum, 1993) que indica que los múltiples elementos que forman una experiencia episódica, son integrados en un *binding* flexible en donde cada elemento preserva su individualidad y su posterior recuperación se da a partir de la relación entre estos elementos y no como un todo.

Para los fines de esta investigación, la equivalencia entre el distinto número de elementos durante la codificación, permite asegurar que las posteriores diferencias encontradas durante el reconocimiento, se deben al proceso per se, mas no a una codificación que se vea favorecida por el número de elementos.

Aunado a lo anterior, podemos asegurar que los estímulos correctamente codificados contaron con procesos atencionales dirigidos, gracias a la clasificación semántica hecha en la codificación. Estudios como el realizado por Boywitt y Meiser (2012) reportan el papel fundamental de la atención dirigida sobre el posterior recuerdo de información en tareas elemento-contexto. A su vez, demuestran el decremento del recuerdo, cuando no hay atención dirigida en tareas elemento-contexto-contexto (Boywitt y Meiser, 2013). La mayoría de los estudios citados en los antecedentes, no controlaron una codificación con procesos atencionales dirigidos implicados durante la misma (p.e. Doshier, 1981, Malmberg, 2008; Curran y Clearly, 2003 y Mecklinger, 2000) que al no corroborar

objetivamente la intervención de dichos procesos (durante la fase de codificación se omitía la realización de tarea alguna), era imposible discernir si los resultados en reconocimiento y/o recuperación, obedecían a ellos o a una codificación deficiente.

Si bien el paradigma viejo/nuevo ha sido típicamente utilizado para estudiar el reconocimiento (Jacoby, 1991) asociado únicamente a procesos de familiaridad, la modificación de uno de los elementos en dicha fase, permite la exploración de procesos de recolección asociados a su correcta ejecución (Yonelinas, 2002; Mayes *et al*, 2007).

La modificación implementada en la fase de reconocimiento de la presente investigación, permitió discernir el papel que tanto la familiaridad, como la recolección juegan en el reconocimiento y si la cantidad de información influye en la efectividad de estos procesos.

Los hallazgos más relevantes del experimento son; que el incremento de información disminuye la ejecución de los participantes en la tarea de reconocimiento asociativo para los estímulos modificados, más no para los idénticos. Además, el incremento en el número de elementos no tuvo efecto alguno en la habilidad para recuperar el elemento faltante correcto en la tarea de recuerdo con claves. Sin embargo, cierto tipo de errores, especialmente los errores dentro del elemento y los olvidos, fueron sensibles a la cantidad de información.

Como se ha predicho, la habilidad para discriminar ensayos modificados disminuye en las tripletas con relación a los pares; de cualquier forma, opuesto a nuestras expectativas, la discriminación de los ensayos idénticos no se vio afectada por el número de elementos. El hecho de que la cantidad de información haya tenido diferentes efectos, tanto en ensayos,

idénticos como modificados, no puede atribuirse al uso de diferentes procesos (familiaridad y recolección), para identificar cada uno de estos tipos de ensayos. Esto porque la ejecución en tareas de reconocimiento asociativo se basa principalmente en la recolección, por lo que todos los elementos estudiados son familiares (Mecklinger & Jäger, 2009; Yonelinas, Aly, Wang, & Koen, 2010). Así pues, la familiaridad sería un proceso ineficiente para discriminar entre ensayos idénticos y modificados. Además, existe una pequeña posibilidad, que los participantes hayan atendido los ensayos en pares y tripletas, como un elemento unitario, para resolver la tarea usando familiaridad, porque los elementos entre cada estímulo estaban altamente “no relacionados”, y la unificación requiere la codificación de elementos en una sola unidad conceptual (Yonelinas et al., 2010).

Además, el pequeño tamaño del efecto ( $\eta_p^2 < .03$ ) y la menor diferencia entre 95% de los intervalos de confianza ( $d=.34$ ) sugiere que la discriminación entre estímulos idénticos de dos y tres elementos es relativamente insignificante. Igualmente, el análisis de selección del modelo Bayesiano reveló que los datos proveen evidencia en favor de un efecto nulo del tamaño del estímulo de los ensayos idénticos.

Además, de acuerdo a los análisis Bayesianos, la ausencia de un efecto en el tamaño del estímulo en los rangos de respuestas correctas fue respaldado por los datos, lo que apoya la hipótesis nula y no la hipótesis alternativa. De cualquier manera, los resultados nulos deben interpretarse con cautela, así como es necesaria investigación más exhaustiva para confirmar este hallazgo.

A pesar de que la cantidad de información para el recuerdo con claves, no tuvo efecto alguno en la proporción de respuestas correctas, se observaron efectos para errores fuera del estímulo y para los olvidos. En particular, la tasa de errores fuera del estímulo fueron más elevados para estímulos de dos elementos que para estímulos de tres elementos, mientras que la tasa de olvido, fue más alta para estímulos de tres elementos, que para los de dos. La tasa de errores dentro del estímulo indica que los elementos del par o triplete original fueron codificados, pero la asociación entre los elementos se perdió porque los individuos fueron incapaces de recuperar el elemento relevante que faltaba, del estímulo original. Así, en los errores dentro del estímulo, solamente se pierde una parte de la experiencia.

A pesar de que la cantidad de información para el recuerdo con claves, no tuvo efecto alguno en la proporción de respuestas correctas, se observaron efectos para errores fuera del estímulo y para los olvidos. En particular, la tasa de errores fuera del estímulo fueron más elevados para estímulos de dos elementos que para estímulos de tres elementos, mientras que la tasa de olvido, fue más alta para estímulos de tres elementos, que para los de dos. La tasa de errores dentro del estímulo indica que los elementos del par o triplete original fueron codificados, pero la asociación entre los elementos se perdió porque los individuos fueron incapaces de recuperar el elemento relevante que faltaba, del estímulo original. Así, en los errores dentro del estímulo, solamente se pierde una parte de la experiencia. Por el contrario, los errores entre estímulos se basan en elementos que los participantes observaron a través de la tarea, pero que no pertenecieron al par o triplete original. Por lo tanto, el episodio estudiado fue olvidado, en este tipo de error. A pesar de que información menos original es olvidada en los errores dentro del estímulo en

comparación a los errores entre estímulos, ambos tipos de errores, pudieron haber sido concebidos más como atribuciones erróneas. (Jacoby, Kelley, & Dywan, 1989; Roediger, 1996; Schacter, 1999), que, por una incapacidad para recuperar la experiencia original que condujo a reconstrucciones erróneas de la memoria. En contraste, las respuestas de “olvido” podrían haber sido concebidos como verdaderos olvidos, o como resultado de bloqueo en la recuperación (Roediger & Neely, 1982; Schacter, 1999) y por lo tanto constituye un fallo de memoria absoluto.

Los resultados conductuales arrojan que los olvidos, fueron más frecuentes para los triplets, que para los pares, indicando que era una probabilidad más alta de olvidar el elemento que falta, en la medida en que incrementa el número de elementos. Contrario a lo recientemente referido, los participantes fueron más propensos a generar errores entre estímulos para pares, que para triplets, sugiriendo que cuando se codifican menos elementos, los participantes intentaron recuperar el elemento faltante.

Los errores entre estímulos, tanto como los errores dentro del estímulo, muestran cómo son susceptibles a ser reconstruidos en situaciones cotidianas, cuando las personas asisten directamente a la información porque la tarea de codificación utilizado, requiere de todos los elementos, para ser completamente atendida, requisito importante para el binding en la memoria episódica. (Boywitt & Meiser, 2012; Reinitz, Morrissey, & Demb, 1994). Sorpresivamente, los participantes se inclinaron más por reconstruir representaciones episódicas falsamente, que por admitir que han olvidado el elemento que faltaba.

El correlato electrofisiológico de lo recién referido, indicó una mayor amplitud de PRE para estímulos de tres que para aquellos de dos elementos. Esto indica una mayor cantidad de procesos cognoscitivos relacionados con el correcto reconocimiento de información cuando hay mayor número. Estudios como el de Kim *et al*, 2009 concuerdan con que existe una relación entre la mayor amplitud de PRE y procesos de recolección. Por otra lado, estudios como el de Estrada-Manilla y Cansino, (2012), indican que la recuperación de dos contextos se relaciona con una menor amplitud de los PRE, ocurriendo lo contrario para recuperación de un contexto. Estos resultados reportan importante información respecto a la diferenciación del binding relacional entre elemento-elemento y elemento-contexto. La información contextual se asocia entonces con un elemento que debe ser recordado. Los elementos de los estudios elemento-elemento, en este particular caso: elemento-elemento-elemento, no funcionan como claves, resultando todos como información de igual valor e importancia para su reconocimiento. Es por ello, que la amplitud de los PRE aumenta en función del incremento de información, mientras en el caso del contexto no ocurre de esta manera.

En cuanto al efecto viejo/nuevo se encontró una mayor amplitud de PRE para los estímulos viejos, que para los nuevos, como típicamente se ha reportado (Rugg *et al*, 1998; Curran, 2000; Friedman y Johnson, 2000; Kim, 2009), encontrándose mayor amplitud en los componentes de 300 a 500 msec en derivaciones FM, FI, PI, OI, OM y OD, relacionados típicamente con el proceso de familiaridad conocido como FN400. Asimismo ventanas más tardías que van de los 500 a 1200 msec en regiones FM, FI, FD, PI, PD, OI, OM y OD revelan que los estímulos nuevos son automáticamente identificados y no requieren de procesamientos posteriores de monitoreo.

Corroborando la injerencia de los procesos de familiaridad y recolección en el reconocimiento de información, se encontró que existe mayor amplitud para los estímulos viejos modificados correctamente reconocidos que para los viejos, replicando lo encontrado por estudios como el de Groh-Bordin, Zimmer y Mecklinger (2005) y Van Petten *et al*, (2000) con dos elementos, y con escenas complejas Tsvilis, Otten y Rugg (2007). Se encontró mayor amplitud de los PRE para estímulos viejos modificados en derivaciones FI, FD, PI, OI y OD en una ventana de medición de 300 a 500 mseg típicamente relacionada con familiaridad lo anterior ratifica lo encontrado en los resultados conductuales implicando los procesos de recolección en el reconocimiento de estímulos modificados y no sólo la recolección. De igual forma se encontró mayor amplitud de los PRE para estímulos viejos modificados en derivaciones FI, FD, PI, OI y OM típicamente relacionadas con recolección. Lo anterior indica que los estímulos modificados son reconocidos por una combinación de procesos de familiaridad y recolección. En este punto, sólo la tarea de recuerdo con claves podía delimitar el peso de cada uno de estos procesos en estímulos intactos y modificados. Finalmente para ventanas de medición más tardías que van de los 500 a los 1200 mseg, se encontró mayor amplitud de los PRE para estímulos viejos modificados demostrando el papel del efecto frontal derecho en el reconocimiento de estos estímulos, sugiriendo la intervención de procesos de automonitoreo después del reconocimiento correcto. De igual forma, solamente se encontró mayor amplitud de los PRE en la ventana temprana de 50 a 150 mseg relacionada con procesos de atención, demostrando que ante la presencia de estímulos modificados, no basta con procesos de familiaridad, sino se requiere de procesos de atención dirigida para estos, y no así para estímulos viejos.

La tarea de recuerdo con claves determinó el papel mediador del número de elementos sobre los procesos de familiaridad y recolección. La correcta recuperación de un elemento es equivalente para cuando proviene de un estímulo de dos (31.1%) o de tres (29.2%) elementos, sugiriendo que el proceso de recolección es igualmente difícil para dos o para tres elementos, distinto a lo que ocurre con el reconocimiento, en el que el número de elementos modifica la eficacia del proceso. Lo anterior respalda que los estudios elemento-elemento, en este caso elemento-elemento-elemento, no pueden ser equiparables con procesos de elemento-contexto(s), ya que cada elemento es información que para su recuerdo efectivo, debe ser evocada, mas no es una clave, como sí ocurre en los estudios de contexto.

La tarea de recuerdo con claves, también proporciona información respecto a la flexibilidad del *binding* relacional, ya que si bien el porcentaje de recuperación para dos y tres elementos es bajo, el olvido del elemento está entre el 16.2% y 18.6% para estímulos de dos y tres elementos. Los participantes no olvidan el elemento, tienen errores entre

estímulo y fuera del estímulo. En los primeros, evocan equívocamente el elemento faltante con un elemento que sí pertenece al estímulo presentado en la codificación, lo cual supone un error causado por una falsa memoria mediada por procesos de familiaridad (Reinitz, Morrissey y Demb, (1994). En el caso de los errores fuera de estímulo confunden el elemento faltante con cualquier otro elemento presentado durante la codificación suponiendo una falsa memoria mediada por procesos muy endebles de familiaridad (Reinitz, Lammers y Cochran, (1992).

Lo anterior proporciona información nueva, que no había sido contemplada en las hipótesis. Mecanismos de familiaridad estarían implicados en procesos de recuperación y y como lo sugieren nuestras hipótesis, los procesos de recolección están modulando el reconocimiento.

### **Conclusiones**

En conclusión, la recolección en la representación de la memoria episódica es facilitada, cuando su encuentro subsecuente se presenta como si hubiera sido codificado originalmente, independientemente de su complejidad, sin embargo, cuando es presentado de diferente forma, la reconstrucción del episodio original es más demandante y sensible a la información contenida en la representación original de la memoria. Estos resultados también proporcionan evidencia, de que sólo una parte de la información que experimentamos de manera conjunta y codificamos en nuestras representaciones de la memoria episódica, se recupera con precisión. Una cierta proporción de nuestros recuerdos son falsas reconstrucciones de nuestras experiencias anteriores, y los episodios restantes simplemente desaparecen de nuestra memoria.

- La cantidad de información modula el tiempo que toma escanear cada elemento en estímulos de más de un elemento. El *binding* relacional en la codificación ocurre de manera flexible, no de forma unificada

y su efectividad está dada en función de procesos de atención dirigida.

- Si bien un mayor número de elementos complica la tarea de codificación, el mayor tiempo invertido en cada elemento adicional equipara la dificultad con la codificación de estímulos con menos elementos, en el caso del presente trabajo: dos y tres elementos.
- Procesos de familiaridad y recolección están mediando el reconocimiento de información episódica. Su efectividad está en función de la cantidad de información procesada.
- La tarea experimental específicamente diseñada para el presente estudio resultó eficiente para la discriminación de procesos de recolección en el reconocimiento, ya que desde estímulos de dos elementos idénticos, se observan procesos de recolección que afectan el reconocimiento, acentuándose estos para estímulos de más elementos (tres), encontrando una correlación electrofisiológica de mayor amplitud de los PRE para estímulos de tres elementos, sin importar el tipo de estímulo.
- La modificación realizada en la fase de reconocimiento, al intercambiar elementos entre estímulos compuestos por distinto número de estos, permitió un acercamiento más preciso al papel que juega la modulación de la recolección en la recuperación de un estímulo, encontrando un correlato electrofisiológico relacionado con recolección al discriminar la modificación en el estímulo.
- La recuperación de un elemento es equivalente cuando proviene de un estímulo de dos o tres elementos.
- El *binding* relacional es flexible. Está modulado por el número de elementos

para el reconocimiento, no así para la recuperación. Los procesos de familiaridad y recolección no son independientes el uno del otro y están mediando el reconocimiento y recuperación de información episódica.

## Referencias

Aggleton, J. y Brown, M. (1999). Episodic Memory, amnesia y the hippocampal-anterior thalamic axis. *Behavioral and Brain Sciences*, 22, 425-489.

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

Boywitt, C. D., y T, Meiser. (2012). The Role of Attention for Context–Context Binding of Intrinsic and Extrinsic Features. *Learning, Memory, and Cognition*, 38, 4, 1099–1107.

Boywitt, C. D., y T, Meiser. (2013). Conscious recollection and binding among context features. *Consciousness and Cognition*, 22, 875–886.

Burgess, N., Maguire, E., Spiers, H. y O'Keefe, J. (2001). A temporoparietal and prefrontal network for retrieving the spatial context of lifelike events. *NeuroImage*, 14, 439-453.

Cabeza, R., Dolcos, F., Graham, R., y Nyberg, L. (2002). Similarities and differences in the neural correlates of episodic memory retrieval and working memory. *NeuroImage*, 16, 317-330.

Cansino, S. y Trejo-Morales, P. (2008). Neurophysiology of successful encoding and retrieval of source memory. *Cognition, affection, behavioural Neuroscience* 8, 85-98.

Cansino, S., Trejo-Morales, P. y Hernández-Ramos, E. (2010) Age-related changes in neural activity during source memory encoding in young, middle-aged and elderly adults. *Neuropsychologia* 48, 2537-2549.

Clark, S. E., & Shiffrin, R. M. (1992). Cuing effects and associative information in recognition memory. *Memory and Cognition*, 20, 5, 580-598.

Cohen, N. J., y Eichenbaum, H. (1993). *Memory, Amnesia, and The Hippocampal System*. Cambridge, MA, MIT Press.

Curran, T. (1999). The electrophysiology of incidental and intentional retrieval: ERP old/new effects in lexical decision and recognition memory. *Neuropsychologia*, 37, 771-785.

Curran, T. (2000). Brain potentials of recollection and familiarity. *Memory and Cognition*, 28, 923-938.

Curran, T. y Cleary, A. (2003) Using ERPs to dissociate recollection from familiarity in picture recognition. *Cognitive Brain Research*, 15, 191-205.

Curran, T. (2004). Effects of attention and confidence on the hypothesized ERP correlates

of recollection and familiarity. *Neuropsychologia*, 42, 1088-1106.

Curran, T., Tepe, K. y Piatt, C. (2006). ERP explorations of dual processes in recognition memory. En Zimmer, H., Mecklinger, A. y Lindenberger, U. (Eds.), *Handbook of binding and memory: perspectives from cognitive neuroscience*. Oxford University Press, pp. 467-492.

Davachi, L. y Wagner, A. (2002). Hippocampal contributions to episodic encoding: insights from relational and item-based learning. *Journal of Neurophysiology*, 88, 982-990.

Delay, J. y Brion, S. (1969). *Le síndrome de Korsakoff*. Paris: Masson.

Donaldson, I. y Rugg, D. (1998). Recognition memory for new associations: Electrophysiological evidence for the role of recollection. *Neuropsychologia*, 36, 377-395.

Donaldson, I. y Rugg, D. (1999). Event-related potential studies of associative recognition and recall: Electrophysiological evidence for context dependent retrieval processes. *Cognitive Brain Research*, 8, 1-16.

Dosher, B. A. (1981). The effects of delay and interference: A speed-accuracy study. *Cognitive Psychology*, 13, 551-582.

Dosher, B. (1984). Preexperimental (semantic) from learned (episodic) associations: A speed-accuracy study. *Cognitive Psychology*, 16, 519-555.

Düzel, E., Yonelinas, A., Mangun, G., Heinze, H., y Tulving, E. (1997). Event-Related potential correlatos of two status of conscious awareness in memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 94, 5973-5978.

Düzel, E., Vargha-Khadem, F., Heinze, H. y Mishkin, M. (2001). Brain activity evidence for recognition without recollection after early hippocampal damage. *Proceedings of the National Academy of Science*, 98, 8101-8106.

Düzel, E., Neufang, M. y Heinze, H. (2005). The oscillatory dynamics of recognition memory and its relationship to event responses. *Cerebral Cortex*, in press.

Düzel, E., Neufang, M., Guderian, S. (2006). Relationship between event-related potentials and oscillatory dynamics in episodic retrieval. En Zimmer, H., Mecklinger, A. y Lindenberger, U. (Eds.), *Handbook of binding and memory: perspectives from cognitive neuroscience*. Oxford University Press, pp. 145-157.

Ecker, U., Groh-Bordin, C., y Zimmer, D. (2004). Electrophysiological correlates of specific feature binding in remembering: introducing a neurocognitive model of human memory. In *Bound in Memory: Insights from Behavioral and Neurophysiological Studies* (ed A. Mecklinger, H. Zimmer, y U. Lindenberger). Aachen: Shaker.

- Eichenbaum, H. (2006). Memory binding in hippocampal relational networks. En Zimmer, H., Mecklinger, A. y Lindenberger, U. (Eds.), *Handbook of binding and memory: perspectives from cognitive neuroscience*. Oxford University Press, pp. 25-47.
- Eldridge, L., Knowlton, B., Furmanski, C., Bookheimer, S. y Engel, S. (2000). Remembering episodes: a selective role for the hippocampus during retrieval. *Nature Neuroscience*, 3, 1149-1152.
- Estrada-Manilla, C., & Cansino, S. (2012). Event-related potential variations in the encoding and retrieval of different amounts of contextual information. *Behavioural Brain Research*, 232, 190-201.
- Fabiani, M., Gratton, G. y Coles, M. (2000). Event-Related Potentials. Methods, theory and Applications. In: Cacciopo, J., Tassinari, L y Bernston, G. (Eds) *Handbook of Psychophysiology*, Nueva York: Cambridge University Press, pp. 53-85.
- Fernandez, G., Effern, A., Grunwald, T. (1999). Real-time tracking of memory formation in the human rhinal cortex and hippocampus. *Science*, 285, 1582-1585.
- Friedman, D., y Johnson, R. (2000). Event-Related potential (ERP) studies of memory encoding and retrieval: a selective review. *Microscopy Research and Technique*, 51, 6-28.
- Gaffan, D. y Parker, A. (1996). Interaction of perirhinal cortex with the fornix-fimbria: memory for objects and object in place memory. *Journal of Neuroscience*, 16, 5864-5869.
- Giovanello, K., Schnyer, D. y Verfaellie, M. (2003). A critical role for the anterior hippocampus in relational memory: evidence from an fMRI study comparing associative and item recognition. *Hippocampus*, 14, 5-8.
- Gratton, G., Coles, M. y Donchin, E. (1983). A new method for off-line removal of ocular artifact. *Electroencephalogr. Clinical Neurophysiology*, 55, 468-484.
- Groh-Bordin, C., Zimmer, H., y Mecklinger, A. (2005). Feature binding in perceptual priming and in episodic object recognition: evidence from event-related brain potentials. *Brain research: Cognitive Brain Research*, 24, 556-567.
- Guderian, S. y Düzel, E. (2005). Induced theta oscillations mediate large scale synchrony with mediotemporal areas during recollection in humans. *Hippocampus*, 15, 901-912.
- Henke, K., Buck, A., Weber, B. y Wieser, H. (1997). Human hippocampus establishes associations in memory. *Hippocampus*, 7, 249-256.
- Hintzman, D. y Curran, T. (1994). Retrieval dynamics of recognition and frequency judgments: evidence for separate processes of familiarity and recall. *Journal of memory and Language*, 33, 1-18.

Hintzman, D. y Curran, T. (1995). When encoding fails: instructions, feedback, and registration without learning. *Memory and Cognition*, 23, 213-226.

Humphreys, M. S. (1976). Relational information and the context effect in recognition memory. *Memory & Cognition*, 4, 221-232.

Jacoby, L. (1991). A process dissociation framework: Separating automatic from intentional uses of memory. *Journal of Memory and Language*, 30, 513-541.

Jacoby, L. L., Kelley, C. M., y Dywan, J. (1989). Memory attributions. In H. L. Roediger & F. I. M. Craik (Eds.), *Varieties of memory and consciousness: Essays in honor of Endel Tulving* (pp. 391-422). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Jones, G. (1976). A fragmentation hypothesis of memory: cued recall of pictures and of sequential position. *Journal of Experimental Psychology: General*, 105, 277-293.

Jones, T. C., y Atchley, P. (2006). Conjunction errors, recollection-based rejections, and forgetting in a continuous recognition task. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 32, 70-78.

Jones, T. C., Bartlett, J. C., y Wade, K. A. (2006). Nonverbal conjunction errors in recognition memory: Support for familiarity but not for feature bundling. *Journal of Memory and Language*, 55, 138-155.

Jones, T. C., Jacoby, L. L., y Gellis, L. A. (2001). Cross-modal feature and conjunction errors in recognition memory. *Journal of Memory and Language*, 44, 131-152.

Jones, T. C., y Jacoby, L. L. (2005). Conjunction errors in recognition memory: Modality-free errors for older adults but not for young adults. *Acta Psychologica*, 120, 55-73.

Kim A., Vallesi, A., Picton, T., Tulving, E. (2009). Cognitive association formation in episodic memory: Evidence from event-related potential. *Neuropsychologia*, 47, 3162 - 3173.

Klimesch, W., Doppelmayr, M., Schimke, H. y Ripper, B. (1997). Theta synchronization in a memory task. *Psychophysiology*, 34, 169-176.

Kounios, J., Smith, W., Yang, W., Bachman, P. y D'Esposito, M. (2001). Cognitive association formation in human memory revealed by spatiotemporal brain imaging. *Neuron*, 29, 297-306

Kroll, N. E. A., Knight, R. T., Metcalfe, L., Wolf, E. S., & Tulving, E. (1996). Cohesion failure as a source of memory illusions. *Journal of Memory and Language*, 35, 176-196.

Malmberg, K. (2008). Recognition Memory: A review of the critical findings and an

integrated theory of relating them. *Cognitive Psychology*, 57, 335-384.

Mandler, G. (1980). Recognizing: the judgment of previous occurrence. *Psychological Bulletin*, 114, 3-28.

Masson, M. E. (2011). A tutorial on a practical Bayesian alternative to null-hypothesis significance testing. *Behavior Research Methods*, 43, 3, 679-690.

Mather, M. (2007). Emotional Arousal and Memory Binding. An Object-Based Framework. *Perspectives on Psychological Science*, 2 (1), 33-48.

Mayes, A., Holdstock, J., Isaac, C. (2004). Associative recognition in a patient with selective hippocampal lesions and relatively normal item recognition. *Hippocampus*, 14, 763-784.

Mayes, A.R., Montaldi, D., & Migo, E. (2007). Associative memory and the medial temporal lobes. *TRENDS in Cognitive Sciences*, 11, 3, 126-135.

Mecklinger, A. (2000). Interfacing mind and brain: a neurocognitive model of recognition memory. *Psychophysiology*, 37, 565-582.

Meeter, M. y Murre, J. (2004). Consolidation of long-term memory: evidence and alternatives. *Psychological Bulletin*, 130, 843-857.

Meiser, T. y Bröder, A. (2002). Memory for Multidimensional Source Information. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory & Cognition*, 28 (1): 116-137.

Mishkin, M., Suzuki, W., Gadian, D. y Vargha-Khadem, F. (1997). Hierarchical organization of cognitive memory. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B, Biological Sciences*, 352, 1461-1467.

Morris, R. y Frey, U. (1997). Hippocampal synaptic plasticity, role in spatial learning or the autoethic recording of attended experience? *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B, Biological Sciences*, 352, 1489-1503.

Murre, J., Graham, K. y Hodges, L. (2001). Semantic dementia: new constraints on computational models of long-term memory. *Brain*, 124, 647-675.

O'Craven, K., Downing, P. y Kanwisher, N. (1999). fMRI evidence for objects as the units of attentional selection. *Nature*, 401, 584-587.

Picton, T. (1988). Human Event-related potential. Handbook of Electroencephalography and Clinical Neurophysiology, Cap. 1, Vol. 3. Amsterdam: Elsevier.

Raftery, A. E. (1995). Bayesian model selection in social research. In P. V. Marsden (Ed.), *Sociological methodology 1995* (pp. 111-196). Cambridge, MA: Blackwell.

Ratcliff, R. (1978). A theory of memory retrieval. *Psychological Review*, 85, 59–108.

Reinitz, M.T. y Hannigan, S. (2001). Effects of simultaneous stimulus presentation and attention switching on memory conjunction errors. *Journal of Memory and Language*, 44, 206-219.

Reinitz, M. T., Lammers, W., y Cochran, B.P. (1992). Memory-conjunction errors: Miscombination of stored stimulus features can produce illusions of memory. *Memory & Cognition*, 20 (1), 1-11.

Reinitz M.T., Morrissey, J., Demb, J. (1994). Role of attention in face encoding. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*. 20, 1, 161-168.

Rodhes, R. y Donaldson, D. (2007). Electrophysiological evidence for the influence of unitization on the processes engaged during episodic retrieval: Enhancing familiarity based remembering. *Neuropsychologia*, 45; 412–424.

Roediger, H. L. (1996). Memory illusions. *Journal of Memory and Language*, 35, 76-100.

Roediger, H. L., y DeSoto, K. A. (2015). The psychology of reconstructive memory. In J. Wright (Ed.), *International encyclopedia of the social and behavioral sciences* (2nd. ed). Oxford, UK: Elsevier

Rugg, M. (1995). ERP studies of memory. En Rugg, M. y Coles, M. (Eds.). *Electrophysiology of mind*. New York: Oxford University Press, pp.132-170.

Rugg, M., Schloerscheidt, A. y Mark, R. (1998). An electrophysiological comparison of two indices of recollection. *Journal of Memory and Language*, 39, 47-69.

Sanquist, T., Rohrbaugh, J., Syndulko, K., y Lindsley, D. (1980). Electro cortical signs of levels of processing: Perceptual analysis and recognition memory. *Psychophysiology*, 17, 568–576.

Schacter, D.L. (1999). The seven sins of memory: Insights from psychology and cognitive neuroscience. *American Psychologist*, 54, 182-203.

Schacter, D.L., Norman, K.A., y Koutstaal, W. (1998). The cognitive neuroscience of constructive memory. *Annual Review of Psychology*, 49, 289-318.

Schooler, J.W., y Tanaka, J.W. (1991). Composites, compromises, and CHARM: What is the evidence for blend memory representations? *Journal of Experimental Psychology: General*, 120, 96-100

Smith, A., Dolan, R. y Rugg, M. (2004). Event-related potential correlates of the retrieval of emotional and nonemotional context. *Journal of Cognitive Neuroscience* 16:5: 760–775.

Speer, N. K., y Curran, T. (2007). ERP correlates of familiarity and recollection processes in visual associative recognition. *Brain Research*, 1174, 97-109.

Squire, L. y Zola-Morgan, S. (1991). The Medial Temporal Lobe Memory System. *Science*, 253, 1380-1386.

Sutherland, G. y Rudy J. (1989). Configural association theory: The role of the hippocampal formation in learning, memory and amnesia. *Psychobiology* 17, 129-144.

Tendolkar, I., Rugg, M., Fell, J. (2000). A magnetoencephalographic study of brain activity related to recognition memory in healthy young human subjects. *Neuroscience Letters*, 280, 69-72.

Treisman, A. (1996). The binding problem. *Current Opinion in Neurobiology*, 6, 171-178.

Trinkler, I., King, J., Spiers, H. y Burgess, N. (2006). Part o parcel? Contextual binding of events in episodic memory. En Zimmer, H., Mecklinger, A. y Lindenberger, U. (Eds.), *Handbook of binding and memory: perspectives from cognitive neuroscience*. Oxford University Press, pp. 54-79.

Trott, C.T., Friedman, D., Ritter, W., Fabiani, M. y Snodgrass, J.G. (1999). Episodic Priming and Memory for Temporal Source: Event-Related Potentials Reveal Age-Related Differences in Prefrontal Functioning. *Psychology and Aging*, 14: 390-413.

Troyer, A. y Craik, F. (2000). The effect of divided attention on memory for items and context. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 54, 161-170.

Tsvilis D., Otten, L., y Rugg, M. (2001). Context effects on the neural correlates of recognition memory: an electrophysiological study. *Neuron* 31, 497-505.

Tulving, E. (1972). Episodic and semantic memory. Tulving, E., Donaldson, W. *Organization of Memory*. Nueva York: Academic Press, pp. 381- 403.

Tulving, E. y Thomson, D. (1973). Encoding specificity and retrieval processes in

episodic memory. *Psychological Review*, 80, 352-373.

Underwood, B. J., & Zimmerman, J. (1973). The syllable as a source of error in multisyllable word recognition. *Journal of Verbal Learning & Verbal Behavior*, 12, 701-706.

Tulving, E. (1985). How many memory systems are there? *American Psychologist*, 40, 385 – 398.

Vargha-Khadem, F., Gadian, D., Watkins, K., Connelly, A., Van Paesschen, W., y Mishkin, M. (1997). Differential effects of early hippocampal pathology on episodic and semantic memory. *Science*, 277, 376-380.

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.

Vilberg, K., y Rugg, M. (2009). Left parietal cortex is modulated by amount of recollected verbal information. *NeuroReport* 20, 1295-1299.

Wilding, E. y Rugg, M. (1996). An event-related potential study of recognition memory with and without retrieval of source. *Brain*. 119 (3), 889-905.

Wilton, R. (1989). The structure of memory: Evidence concerning the recall of surface and background color of shapes. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*; 41A, 579-598.

Wixted, J. y Squire, L. (2004). Recall and recognition are equally impaired in patients with selective hippocampal damage. *Cognitive, Affective and Behavioral Neuroscience*, 4, 58-66.

Yonelinas, A., Kroll, N., Dobbins, I. y Soltani, M. (1999). Recognition memory of faces: when familiarity supports associative recognition judgments, *Psychonomic Bulletin and Review*, 6, 654-661.

Yonelinas, A. (2002). The nature of recollection and familiarity; A review of 30 years of research. *Journal of memory and Language*, 46, 441-517.

Yonelinas, A., Otten, L., Shaw, K. y Rugg, M. (2005). Separating the brain regions involved in recollection and familiarity in recognition memory. *Journal of Neuroscience*, 25, 3002-3008.