



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

NEUROFISIOLOGÍA DE LA MEMORIA DE CONTEXTO:  
VARIACIONES EN FUNCIÓN DEL NÚMERO DE CONTEXTOS  
CODIFICADOS Y RECUPERADOS.

TESIS  
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
DOCTORA EN PSICOLOGIA

PRESENTA:  
CINTHYA ESTRADA MANILLA

TUTORA  
DRA. SELENE CANSINO  
FACULTAD DE PSICOLOGÍA

COMITÉ TUTORAL  
DRA. MARÍA CORSI CABRERA  
FACULTAD DE PSICOLOGÍA  
DRA. GUILLERMINA YÁÑEZ TÉLLEZ  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA  
DRA. LAURA ACUÑA MORALES  
FACULTAD DE PSICOLOGÍA  
DR. MARIO RODRÍGUEZ CAMACHO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

MÉXICO, D. F. OCTUBRE 2014



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.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo recibió financiamiento del Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica, Dirección General del Personal Académico, Universidad Nacional Autónoma de México (ProyectoID300312).

Para el desarrollo del mismo conté con apoyo económico del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología a través de la beca que me fue otorgada (Registro CVU 224291).

Mi más profundo agradecimiento a mi *alma mater* la Universidad Nacional Autónoma de México por acogerme entre sus pilares de libertad de cátedra y de investigación, por impulsar la calidad académica en el país.

Agradezco de manera sincera y particular a la Dra. Selene Cansino quien dirigió este trabajo, me brindó el espacio y la infraestructura para materializarlo, a través del Laboratorio de NeuroCognición, pero sobre todo por su guía académica y por confiar en mí a lo largo de más de 10 años. Experiencia que inició al brindarme la oportunidad de formar parte de un equipo de trabajo inigualable.

A los miembros de mi comité tutorial: Dra. María Corsi Cabrera, Dra. Guillermina Yáñez Téllez, Dra. Laura Acuña Morales y Dr. Mario Rodríguez Camacho les agradezco el haberme acompañado en este recorrido, así como sus sugerencias y comentarios, mismos que ayudaron a contextualizar y plantear este trabajo de manera más clara.

A los integrantes del Laboratorio de NeuroCognición por todos y cada uno de los momentos, académicos o no, que compartimos, gozamos y sufrimos. Por acompañarnos en nuestros recorridos, que si bien son trayectos individuales, la compañía y resonancia resultan por demás agradables y enriquecedoras.

A todos los participantes del estudio, ya que este trabajo no hubiera sido posible sin su tiempo, entusiasmo, paciencia y curiosidad.

Por último, agradezco de manera muy especial a mi familia y amigos, quienes fueron testigos directos o indirectos del trabajo que implicó este proyecto y para quienes no encuentro palabras que describan con suficiencia mi agradecimiento. Mis más sinceras gracias, por su apoyo incondicional pero sobre todo por aceptarme y respaldar mis decisiones, por inteligibles que pudiesen parecer.

\_/\\_

{Bonege! Dankon pro la perspektivo, traborita spegulo}

## Contenido

Resumen .....	1
Antecedentes.....	2
Memoria .....	2
Memoria Episódica .....	3
Memoria de Contexto.....	4
Potenciales Relacionados con Eventos .....	7
Memoria de Contexto y la técnica de PRE .....	8
Método .....	19
Participantes .....	19
Aparatos.....	19
Estímulos.....	19
Procedimiento .....	20
Tareas de memoria de contexto.....	22
Registro de los PRE .....	26
Instrumentos.....	27
Análisis Estadístico.....	27
Resultados.....	32
Conductuales .....	32
Fisiológicos.....	34
Cuestionario.....	40
Discusión .....	42
Referencias .....	52
Apéndice A.....	62

## Resumen

Si bien el recuerdo episódico involucra la integración de diversos contextos a un evento, las manifestaciones neurofisiológicas subyacentes al procesamiento de más de un contexto se han investigado poco. El efecto de la cantidad de contextos sobre los Potenciales Relacionados con Eventos (PRE) fue estudiado a través de tres tareas de memoria de contexto visual: dos con contexto simple (color o textura) y una con contexto doble (color y textura). Por una parte, se comparó la actividad electrofisiológica registrada durante las tres tareas y por otro, la señal asociada a la recuperación parcial y total de contextos en la tarea de contexto doble. La señal registrada durante las tareas de contexto simple fue de mayor amplitud que la de la tarea de contexto doble, tanto durante la codificación como en la recuperación exitosa de contextos. En la tarea de contexto doble, los PRE asociados con la recuperación total reflejaron una mayor amplitud que los registrados durante la recuperación parcial de contexto, probablemente porque la señal asociada con la recuperación exitosa de uno de los contextos incluía los mecanismos relacionados con la persistencia para recordar el otro contexto. La comparación de la señal entre las tareas reveló que mientras más contextos eran procesados, menor era la amplitud de los PRE, hallazgo que sugiere que mayor esfuerzo o procesos de control fueron requeridos en la tarea de contexto doble.

## Antecedentes

### Memoria

La memoria se refiere a la capacidad de un organismo para codificar, organizar, almacenar y recuperar información (Rains, 2001). Dentro del procesamiento de dicha información se han identificado tres etapas secuenciales: la codificación, el almacenamiento y la recuperación. La codificación implica tanto la adquisición como la consolidación del estímulo. La primera se refiere a la representación de la información a través del impacto de ésta sobre el sistema nervioso, mientras que la consolidación es la forma en que dicha representación es fortalecida y organizada. El almacenamiento consiste en que esa representación de la información esté disponible. Finalmente, la recuperación se refiere al proceso de evocación y reconstrucción de la información que previamente se almacenó (Gazzaniga, Ivry & Mangun, 2002).

Existen distintas aproximaciones para estudiar el recuerdo de la información previamente codificada y almacenada (Tulving & Craik, 2000): a) Recuerdo libre: evocación de la información sin claves que la promuevan, b) Recuperación: recuerdo de la información a través de alguna clave que lo dirija y c) Reconocimiento: identificación de la información al ser presentada nuevamente.

Mediante la clasificación de la memoria de acuerdo con el tipo de información procesada se ha distinguido la memoria procedimental o implícita, de la declarativa o explícita (Squire & Zola-Morgan, 1996; Squire, 2004). La primera se refiere a la recuperación no consciente de información e incluye: a) habilidades (cognoscitivas, motoras o perceptuales); b) el efecto de *priming* y el aprendizaje perceptual; c) el condicionamiento clásico (respuestas motoras y emocionales) y d) el aprendizaje no asociativo (habituaación y sensibilización). La memoria declarativa, por otra parte, incluye la información relacionada con hechos y eventos, correspondientes con la memoria semántica y episódica, respectivamente.

## Memoria Episódica

Tulving (2002a) distinguió a la memoria episódica de la semántica, ya que esta última no está relacionada con un evento específico, se refiere a la representación permanente del conocimiento del mundo, incluye hechos, conceptos y vocabulario. Mientras que la memoria episódica hace referencia al recuerdo autobiográfico e involucra la recuperación de sucesos que ocurrieron en un contexto espacial y temporal específico. Tiene dos cualidades distintivas: la *consciencia auto-noética*, es decir, el reconocimiento del recuerdo episódico como propio (Tulving, 2001) y la *cronestesia*, esto es, el sentido subjetivo del tiempo en términos de presente, pasado y futuro (Tulving, 2002b).

Debido a que todo evento ocurre en un lugar y un momento determinados, así como bajo condiciones específicas, la memoria episódica implica dos componentes básicos: el evento en sí mismo y el contexto en que éste ocurrió (Johnson, Hashtroudi & Lindsay, 1993). El contexto se refiere al recuerdo de dónde (espacial), cuándo (orden temporal) y cómo (fuente u origen) sucedió un evento (Cabeza, 1999). Las condiciones asociadas a éste incluyen diversas características que están relacionadas entre sí: el momento, el lugar, la forma, así como el estado emocional y cognoscitivo de quien lo vive. Por lo tanto el contexto de un evento es un arreglo multidimensional en el que diversos aspectos contextuales están interrelacionados entre sí y pueden ser integrados al evento (Meiser & Bröder, 2002).

Algunos de los procedimientos más empleados para estudiar el recuerdo episódico son las tareas de memoria que incluyen una fase inicial de codificación, en la que los ítems o estímulos se presentan en condiciones específicas. Posteriormente, durante una fase de reconocimiento, los estímulos previamente estudiados se presentan mezclados con otros nuevos y se debe distinguir entre ellos mediante un juicio viejo/nuevo (Duzel & Heinze, 2002; Ecker, Zimmer & Groh-Bordin, 2007a; Ecker, Zimmer & Groh-Bordin, 2007b; Gold, Hopkins & Squire, 2006; Henson, Shallice & Dolan, 1999; Johnson, Barnhardt & Zhu, 2004; Nessler, Friedman & Bersick, 2004; Speer & Curran, 2007).

El reconocimiento de un estímulo como viejo puede derivarse ya sea de la noción de familiaridad, donde el origen de tal reconocimiento no es claramente identificado, o bien, de la recolección adicional de detalles relacionados con el episodio (Higham & Vokey, 2004; Jacoby, 1991; Ranganath et al., 2003; Yonelinas, 2002). El paradigma recordado/conocido se ha empleado para distinguir si el reconocimiento de los estímulos viejos se originó a partir de la recolección de un aspecto específico del episodio previo, o por un sentido general de familiaridad con el estímulo (Gardiner, 1988; Gardiner & Java, 1993; Tulving, 1985). Sin embargo, este procedimiento implica un alto grado de subjetividad en la respuesta emitida, ya que únicamente se solicita el reporte de los participantes sobre el origen del reconocimiento, sin requerir la recolección específica de algún aspecto del evento. Algunos estudios (Arnold & Lindsay, 2007; Mazzoni & Vannucci, 2007) incluso han encontrado evidencia sobre la susceptibilidad de este procedimiento ante sesgos cognoscitivos como el prejuicio de retrospectiva. En dichos estudios se observó un incremento en la proporción de respuestas que indicaban que el estímulo había sido recordado, cuando en realidad no se habían recolectado detalles específicos del episodio previo.

### **Memoria de Contexto**

Un método objetivo para evaluar la memoria episódica, que permite distinguir si la información es recuperada mediante el proceso de familiaridad o de ambos, familiaridad y recolección, consiste en evaluar la capacidad de recordar el contexto específico en que ocurrió un evento. Este procedimiento ha dado lugar al concepto de memoria de contexto, que se define como la recuperación de los múltiples factores presentes durante una situación vivida: emocionales, cognoscitivos, físicos o espacio-temporales (Johnson et al., 1993; Meiser & Bröder, 2002).

Se han distinguido dos tipos de información contextual: intrínseca y extrínseca al estímulo o evento. La información contextual intrínseca se refiere a los diversos aspectos que forman parte del estímulo en sí mismo (color, forma, tamaño, orientación, etc.) y que se integran de manera automática entre sí para identi-



ficarlo como unidad. Mientras que los aspectos contextuales extrínsecos, son aquellos que no son parte del estímulo pero sí del episodio asociado con él, esta información se integra activamente al evento para formar el recuerdo episódico (Ecker, Groh-Bordin & Zimmer, 2004; Troyer & Craik, 2000; Zimmer, Mecklinger & Lindenberger, 2006).

Si bien la representación del recuerdo episódico se caracteriza por integrar al evento la información contextual intrínseca y extrínseca a éste durante la codificación, también se asocian los aspectos contextuales extrínsecos entre sí. Debido a que una gran diversidad de información contextual puede asociarse al evento (aspectos emocionales, cognoscitivos, físicos y espacio-temporales) no todos los contextos se integrarán de la misma forma y no todos estarán disponibles durante la recuperación (Meiser & Bröder, 2002). Qué información contextual es integrada al evento o estímulo, depende en gran medida de lo relevante y necesaria que ésta resulte. Diversos mecanismos están involucrados en la integración del recuerdo episódico, por una parte, la inhibición o supresión de la información no relevante y, por otra, los mecanismos de asociación que favorecen la integración de la información contextual relevante para el evento (Bäumli, Pastötter & Hanslmayr, 2010; Bjork, 1989; Zimmer, et al., 2006). En el caso de las tareas intencionales de memoria de contexto es decir, aquellas en las que durante la codificación es explícito que posteriormente se evaluará el recuerdo, la atención se dirige hacia aspectos contextuales específicos.

En algunos estudios conductuales (Meiser & Bröder, 2002; Meiser & Sattler, 2007; Meiser, Sattler & Weißer, 2008; Starns & Hicks, 2005; Vogt & Bröder, 2007) se han empleado tareas multidimensionales de memoria de contexto, en las que se solicita la codificación y recuperación de diferentes atributos contextuales. Por ejemplo, con el fin de validar un modelo multidimensional para evaluar la memoria de contexto, Meiser y Bröder (2002) presentaron durante la codificación una serie de palabras con dos tamaños de letra (pequeña o grande) en la parte superior o inferior de una pantalla de computadora. Posteriormente, evaluaron el reconocimiento de tales palabras. Para aquéllas identificadas como viejas, se debía indicar si habían sido

reconocidas debido a que resultaban conocidas, o porque se recordaba el episodio en el que las habían visto en la fase anterior (paradigma recordado/conocido, Tulving, 1985). Consecutivamente a esa respuesta, se debía indicar la posición en la que había sido presentada la palabra en la fase anterior y posteriormente, su tamaño de letra. Otro de los objetivos de dicho estudio fue verificar si el recuerdo de un contexto (posición) dependía del recuerdo del otro (tamaño letra). Los resultados mostraron que cuando se había identificado al estímulo como recordado, la recuperación correcta de un contexto (tamaño letra) era mayor, cuando el recuerdo del otro contexto también había sido correcto (posición). Por lo que se encontró evidencia de que existía cierta interdependencia entre las dimensiones contextuales. Si bien en dicho estudio se evaluaron dos aspectos contextuales, la recuperación de los contextos se solicitó después de dos juicios previos: viejo/nuevo y recordado/conocido. Asimismo, se mantuvo el orden de demanda de los contextos a lo largo de toda la tarea, lo que pudo haber provocado un sesgo cognoscitivo al responder que quizá favoreció la recuperación de alguno de los contextos y que pudiera explicar la interdependencia encontrada entre ellos.

En otros estudios (Uncapher, Otten & Rugg, 2006; Uncapher & Rugg, 2009) se han empleado tareas de memoria de contexto multidimensionales, junto con la técnica de Resonancia Magnética funcional (RMf, esta técnica se basa en la respuesta hemodinámica asociada a las áreas cerebrales predominantemente activas), para identificar las áreas cerebrales subyacentes a la integración del ítem con dos contextos. En el estudio de Uncapher, et al. (2006) se llevó a cabo el registro de neuroimagen funcional durante la fase de codificación, fase en la que se presentaron palabras en uno de los cuadrantes de la pantalla, con un determinado color de fuente, en este caso, se solicitó una clasificación semántica de cada palabra. Posteriormente, en la fase de recuperación, se debía indicar si los estímulos habían aparecido o no en la etapa anterior. En caso de identificar algún estímulo como viejo, éste se volvía a presentar junto con las iniciales de los colores y se debía elegir el color de la fuente con el que la palabra había sido presentada. A continuación, se mostraba una vez más el estímulo, ahora junto con las iniciales de los cuadrantes y se solicitaba indicar en cuál de ellos se había presentado la palabra. Los resultados mostraron una activación hemodinámica predominante en el

surco intraparietal durante la codificación asociada a la recuperación correcta de ambos contextos, dicha región está involucrada con la integración perceptual (Robertson, 2003). Se concluyó que para que los aspectos contextuales de un evento sean representados en un trazo mnemónico, se requiere que éstos sean integrados en una representación perceptual al codificarse el estímulo. En el estudio de Uncapher y Rugg (2009) se empleó una tarea incidental de memoria de contexto, en la que a los participantes se les indicó explícitamente que dirigieran su atención ya fuese al color del recuadro que rodeaba al estímulo, o bien, a la ubicación espacial en la que cada imagen era presentada. En cada condición, determinado color o ubicación espacial específica indicaba la tarea de codificación que debía realizarse. Aunque varias regiones cerebrales se activaron durante la recuperación de alguno de los contextos, no se observó activación predominante de alguna región cerebral específica cuando ambos contextos habían sido recuperados. Por lo que los resultados de ese trabajo sugieren que se requiere de la dirección de la atención hacia ambos contextos para integrarlos y así sea manifiesta la actividad cerebral subyacente a este proceso de integración de la información contextual.

### **Potenciales Relacionados con Eventos**

La actividad neuronal es un proceso electroquímico, si bien el potencial eléctrico producido por una neurona es muy pequeño, cuando amplias poblaciones neuronales se activan simultáneamente, producen potenciales eléctricos con magnitud suficiente para ser medidos a través de electrodos colocados sobre el cuero cabelludo. Al registrar y amplificar esa señal, es posible observar las fluctuaciones en el voltaje producidas por dicha actividad neuronal, esto se refiere a la actividad electroencefalográfica (EEG). Los Potenciales Relacionados con Eventos (PRE) se obtienen al promediar la actividad del EEG de múltiples ensayos o eventos, por lo que los PRE reflejan la actividad de procesos cerebrales que generalmente están asociados con el procesamiento de eventos o estímulos. Los PRE pueden diferenciarse en función del tiempo (resolución en milisegundos) y de su distribución en el cuero cabelludo, por lo tanto, diversos procesos cognoscitivos pueden identificarse con distintos patrones espaciotemporales. Dada su alta resolución temporal, la técnica pro-

vee información muy precisa de cómo cambia la actividad neuronal a lo largo del tiempo mientras la información es procesada (Coles & Rugg, 1995; Curran, Tepe & Piatt, 2006; Fabiani, Gratton & Coles, 2000; Gazzaniga et al., 2002). Los PRE normalmente son el resultado de los potenciales postsinápticos generados cuando los neurotransmisores se unen a los receptores presentes en las neuronas postsinápticas. Específicamente, cuando los neurotransmisores excitatorios se unen con los receptores de las neuronas piramidales, el flujo de iones positivos hacia el interior de la neurona produce un campo negativo extracelular en la región de las sinapsis activadas. Simultáneamente, en el resto de la neurona el flujo iónico interno es equilibrado por el flujo pasivo hacia el exterior, lo que genera un campo positivo extracelular en la región del soma y de las dendritas basales. Estos campos negativos y positivos producen un pequeño dipolo eléctrico. Si varias neuronas orientadas o alineadas de manera paralela se activan, como generalmente sucede en las células piramidales, sus dipolos se suman aritmética o linealmente y se pueden representar como un solo dipolo. La resistencia eléctrica de las meninges y del cráneo atenúa el voltaje y provoca que se distribuya ampliamente, por lo que la resolución espacial de la técnica es limitada (Luck & Girelli, 2000).

### **Memoria de Contexto y la técnica de PRE**

En diversas investigaciones en las que se ha empleado la técnica de PRE, se ha estudiado la actividad neurofisiológica que subyace a la memoria de contexto durante la codificación y la recuperación de la información (Cansino & Trejo-Morales, 2008; Cansino, Trejo-Morales & Hernández-Ramos, 2010; Curran & Hancock, 2007; Cycowitz & Friedman, 2003; Cycowitz, Friedman & Snodgrass, 2001; Duarte, Ranganath, Winward, Hayward & Knight, 2004; Guo, Duan, Li & Paller, 2006; Hayama, Johnson & Rugg, 2008; Herron & Wilding, 2005; Mecklinger, Johansson, Parra & Hanslmayr, 2007; Rugg, Scholerscheidt & Mark, 1998; Senkfor, Van Petten & Kutas, 2002; Smith, Dolan & Rugg, 2004; Trott, Friedman, Ritter & Fabiani, 1997; Trott, Friedman, Ritter, Fabiani & Snodgrass, 1999; Wilding, 1999; Wilding & Rugg, 1996). Si bien estos trabajos estudiaron la memoria de contexto junto con la técnica de PRE, se emplearon tareas unidimensionales (con un contexto) y en algunos casos se demandaron dos, o incluso tres respuestas secuenciales, donde la recuperación del con-

texto fue la última y cuya señal no fue analizada. A continuación se describen las tareas y la información empleada como contexto en dichos estudios, con la finalidad de destacar la diversidad de tareas, estímulos y contextos empleados en la literatura sobre memoria de contexto, más adelante se integran los hallazgos electrofisiológicos asociados con cada fase de las tareas descritas. En los estudios de Trott et al. (1997) y Trott et al. (1999) se presentaron dos listas con frases durante la codificación (los sustantivos fueron los ítems), en la etapa de recuperación se pedía que se discriminaran aquellas palabras previamente presentadas, de aquellas nuevas (juicio viejo/nuevo). Para aquellas identificadas como viejas, se solicitaba el juicio de recordado/conocido. Finalmente, de aquellas reportadas como recordadas, se debía indicar en cuál de las listas se habían presentado.

En otros estudios (Wilding & Rugg, 1996; Rugg et al., 1998) también se emplearon palabras como estímulos pero el contexto fue el tipo de voz a través de la cual fueron emitidas (masculina o femenina). En la etapa de recuperación se solicitó el juicio viejo/nuevo y posteriormente, la recuperación del contexto (tipo de voz). En el estudio de Smith et al. (2004) en la etapa de reconocimiento se requería el juicio viejo/nuevo y para las imágenes identificadas como viejas, además, la recuperación del contexto emocional (imagen de fondo positiva, negativa o neutral). En el estudio de Duarte et al. (2004) se pedía un primer juicio recordado/conocido y para aquellas imágenes recordadas, se debía indicar si en la codificación se había hecho una clasificación en función de si un objeto era animado o no, o en función de si era manipulable o no. En la investigación de Curran y Hancock (2007), se solicitaba el juicio viejo/nuevo, y para aquellos rostros identificados como viejos, se preguntaba si habían sido identificados por la ocupación (la cual fue reportada verbalmente), por algún otro detalle o si simplemente habían sido recordados sin detalles asociados.

En los trabajos de Cycowitz y Friedman (2003), Cycowitz et al. (2001) y de Herron y Wilding (2005), durante la recuperación se demandó la discriminación entre alguna opción del contexto (*target*) y los estímulos nuevos, junto con la otra opción de contexto (*no target*). Por ejemplo, Cycowitz et al. (2001) y Cycowitz y

Friedman (2003) presentaron durante la codificación, dibujos conformados por líneas en color verde o rojo. En la etapa de recuperación se debía indicar si el estímulo había sido presentado con líneas rojas (en este caso, *target*) o bien, si era nuevo o cuyas líneas habían sido verdes (*no target*). De manera semejante, en el estudio de Herron y Wilding (2005), en la fase de codificación se presentó una serie de palabras y se clasificaron en función de lo agradable o desagradable que resultaban, con una escala de cinco puntos (*target*) mientras otra serie de palabras se clasificó en función de si se trataba de un objeto animado o inanimado (*no target*). En la etapa de recuperación se debían discriminar aquellos estímulos cuya clasificación había sido en función de lo agradable (*target*), de aquellos nuevos o cuya clasificación había sido en función de si eran animados o no (*no target*).

En el estudio de Senkfor et al. (2002) en la codificación se debía realizar, imaginar u observar una acción con diversos objetos, en la fase de recuperación se presentaron dichos objetos en una pantalla y se debía indicar la acción llevada a cabo con cada objeto (realizada, imaginada u observada), no se incluyeron otros objetos como estímulos nuevos. En otros trabajos (Cansino & Trejo-Morales, 2008; Cansino et al., 2010; Guo et al., 2006; Hayama et al., 2008; Mecklinger et al., 2007; Wilding, 1999) se solicitó la discriminación de estímulos nuevos de los viejos, mediante la demanda de la recuperación del contexto en el que habían sido presentados, con una sola respuesta. Esta diversidad en las diferentes tareas empleadas, sobre todo en aquellas en las que se solicita más de una respuesta, tiene un impacto fundamental en los hallazgos electrofisiológicos, ya que la alta resolución temporal de la técnica permite revelar la actividad cerebral asociada a un proceso de reconocimiento del estímulo, pero no a uno de recuperación de algún detalle específico del evento si la demanda de las respuestas fue secuencial.

En los estudios de memoria de contexto descritos en los que se ha empleado la técnica de PRE durante la codificación, los PRE asociados con la presentación de un estímulo usualmente son promediados en función de la ejecución del participante en la etapa subsecuente de recuperación. El hallazgo consistente es

que los PRE producidos por los ítems codificados, tienden a ser más positivos alrededor de los 500 ms post-estímulo en derivaciones frontales y/o centroparietales, cuando han sido correctamente reconocidos o cuando el contexto ha sido recuperado, en comparación con cuando no (olvido) (Cansino & Trejo-Morales, 2008; Cansino et al., 2010; Friedman, Ritter & Snodgrass, 1996, Friedman & Trott, 2000; Guo et al, 2006; Paller, 1990; Rugg, 1995; Sanquist, Rohrbaugh, Syndulko & Lindsay, 1980). La sustracción de los PRE registrados durante la codificación de los ítems que fueron reconocidos o cuyo contexto fue recuperado posteriormente, de los de los ítems que no lo fueron o cuyo contexto fue olvidado, permite obtener la diferencia asociada a la memoria subsecuente (Dm); también conocida como el efecto de memoria subsecuente cuando se analizan directamente ambas condiciones, sin sustraer la señal electrofisiológica entre ellas. La Dm se caracteriza por una actividad de amplitud positiva que ha sido interpretada como evidencia de que se ha llevado a cabo una codificación elaborada o profunda del estímulo que será subsecuentemente reconocido o cuyo contexto será recuperado (Friedman, 2000).

Con respecto a los PRE registrados durante la recuperación del contexto, se ha identificado un efecto electrofisiológico conocido como viejo/nuevo. Al comparar los PRE de los estímulos cuyo contexto fue recuperado, con aquellos asociados con los estímulos correctamente identificados como nuevos, los primeros se caracterizan por reflejar una mayor amplitud en las derivaciones parietales y frontales a partir de los 400 ms postestímulo (Rugg et al., 1998; Trott et al., 1997; Trott et al., 1999; Wilding & Rugg, 1996). Se han distinguido tres componentes específicos como parte del efecto viejo/nuevo. Uno se presenta alrededor de los 400 ms (300-500 ms) postestímulo y la mayor amplitud se ha registrado en derivaciones de la línea media y frontales. Este efecto se ha asociado con el proceso de familiaridad (Curran, 2000; Friedman & Johnson, 2000; Mcklinger, 2000; Rugg & Curran, 2007). Otro componente se ha caracterizado por una mayor amplitud en los PRE de estímulos viejos alrededor de los 500-800 ms postestímulo, predominantemente en derivaciones parietales izquierdas. Este componente se ha relacionado con el proceso de recolección (Cansino & Trejo-Morales, 2008; Guo et al., 2006; Hayama et al., 2008; Herron & Wilding, 2005; Trott et al., 1997; Trott et al.,

1999; Wilding, 1999; Wilding & Rugg, 1996). Un último componente, también identificado como parte del efecto viejo/nuevo, se ha caracterizado por una mayor amplitud en derivaciones frontales derechas entre los 800-2000 ms postestímulo. Se ha propuesto que este efecto está asociado con procesos posteriores a la recuperación del recuerdo episódico, ya sea a la recuperación exitosa del contexto (Cansino & Trejo-Morales, 2008; Wilding & Rugg, 1996), o a procesos de monitoreo general de la recuperación o de la respuesta (Hayama et al., 2008; Rugg, 2004).

En cuanto a las manifestaciones electrofisiológicas asociadas al procesamiento de más de un contexto, hasta el momento no se ha evaluado la codificación con la técnica de PRE. Mientras que la actividad eléctrica cerebral relacionada con la recuperación de dos contextos, únicamente se ha investigado en un estudio (Wilding, 2000). En éste, los contextos empleados fueron, el tipo de voz y la tarea de codificación que se realizó con los estímulos. Durante la codificación se emitió cada palabra con una voz masculina o femenina y se debía realizar un juicio sobre si la palabra representaba una acción activa/pasiva o bien, si representaba algo placentero/no placentero. En la etapa de recuperación se presentaron las palabras previamente codificadas y otras nuevas, y luego de la respuesta de reconocimiento (viejo/nuevo), para aquellas palabras identificadas como viejas, se solicitó la recuperación secuencial de los contextos: tipo de voz y tarea de codificación. Para investigar si la cantidad de contextos recuperados afectaba la amplitud del efecto viejo/nuevo parietal izquierdo, los PRE se analizaron en función de la recuperación correcta de uno y dos contextos. Los resultados conductuales indicaron que la proporción de recuperación correcta de la tarea fue mayor que la del tipo de voz. Los PRE asociados con el reconocimiento presentaron una mayor amplitud cuando se recuperaron ambos contextos, que cuando sólo se recuperó uno y que cuando se discriminaron los estímulos nuevos. Esto reflejó que el efecto viejo/nuevo parietal izquierdo fue sensible a la cantidad de contextos recuperados.



En otro estudio (Vilberg, Moosavi & Rugg, 2006) se empleó una versión modificada del paradigma recordado/conocido con la técnica de PRE para estudiar si el efecto viejo/nuevo parietal izquierdo era modulado por la cantidad de información episódica recolectada. En la codificación se presentaron simultáneamente dos imágenes, cada una en un cuadrante de la pantalla, en la segunda fase, cada imagen se presentó al centro de la pantalla y debía identificarse con una de cuatro respuestas posibles: nueva (no se presentó en la codificación), conocida (se reconoció sin información adicional), recordada 1 (R1: recolección de cualquier detalle, excepto la imagen con la que se presentó) o recordada 2 (R2: recolección de la imagen con la que se asoció). De acuerdo con los autores de dicho trabajo, esta modificación al paradigma se basó en el supuesto de que la R2 implicaba el recuerdo de una representación detallada de la codificación, mientras que la R1 involucraba el recuerdo de menos información. Los resultados que obtuvieron indicaron que la magnitud del efecto viejo/nuevo parietal izquierdo fue modulada por la cantidad de información episódica, pues los PRE asociados con una mayor cantidad de información recolectada, presentaron una mayor amplitud que aquellos que involucraron menos información, y ambos con respecto a los PRE de los estímulos nuevos.

Es importante resaltar que en el estudio de Vilberg et al. (2006) se evaluó el recuerdo episódico de dos estímulos asociados entre sí, mas no la recuperación de varios contextos. Debido a que se emplearon pares de imágenes diferentes en cada ensayo, se estudió la recolección de asociaciones entre ítems cuyo único contexto fue la ubicación espacial. La memoria de contexto involucra ítems diferentes en cada ensayo, cuyo contexto varía, pero se repite a lo largo de los ensayos (Glisky, Rubin & Davidson, 2001; Van Petten, Senkfor & Newberg, 2000). Si bien se varió la ubicación espacial de cada imagen para brindar información contextual adicional al par de ítems, la recuperación del contexto espacial pudo ser la información involucrada en la R1. Aunque en este estudio no se solicitó explícitamente el aspecto específico de la codificación que dio origen a cada tipo de respuesta, en dos estudios paralelos (Vilberg & Rugg, 2007; 2009) se empleó el mismo paradigma, pero con la técnica de RMf y la mayoría de los participantes reportó, posteriormente al registro, que al seleccionar la R1 habían recordado la ubicación espacial del estímulo.

Se ha propuesto que la información intrínseca al ítem, es decir, los rasgos perceptuales necesarios para identificarlo, se integran entre sí de manera automática (Ecker et al., 2004; Troyer & Craik, 2000; Zimmer et al., 2006), a diferencia de la recuperación de alguno de los diferentes contextos asociados con el ítem, debido a que esta última requiere de procesos más dirigidos y que involucran una mayor demanda cognoscitiva. Es así que en los estudios en los que se ha evaluado la recolección mediante el paradigma modificado recordado/conocido (Vilberg, et al., 2006; Vilberg & Rugg, 2007; Vilberg & Rugg, 2009), se involucró una mayor cantidad de información episódica, pero los mecanismos subyacentes a la integración de varios contextos entre sí y con el ítem, no fueron investigados.

Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue investigar las manifestaciones electrofisiológicas subyacentes a la codificación y recuperación de diferente cantidad de contextos para dilucidar el procesamiento neuronal que permite la integración de éstos al evento y conformar así el recuerdo episódico. Para lograr dicho objetivo, los participantes ejecutaron dos tareas de memoria de contexto simple, una de ellas con el color de fondo como contexto y en la otra tarea la textura. Asimismo, ejecutaron una tarea de memoria de contexto doble, en este caso, tanto el color como la textura se presentaron fusionadas para que ambos contextos fueran el fondo, como se muestra en la Figura 1A. El empleo de tres tareas permitió estudiar los PRE asociados con la codificación y con la recuperación de uno (color o textura) y dos (color y textura) contextos de manera independiente. Si bien la tarea de memoria de contexto doble permitía estudiar los PRE asociados con el procesamiento de uno (recuperación parcial: color pero no textura o viceversa) y dos contextos (recuperación total: ambos, color y textura), los procesos involucrados en la respuesta de recuperación parcial son diferentes a los implicados en la codificación y recuperación de un sólo contexto en las tareas de memoria de contexto simple. Una diferencia reside en el hecho de que en la tarea de contexto doble, los participantes fueron expuestos a más información contextual durante la codificación que en las tareas de contexto simple. Asimismo, debido a que las tareas fueron intencionales (desde la codificación se sabía que posteriormente se solicitaría la recuperación de uno o ambos contextos) es muy probable que los

PRE asociados con la recuperación subsecuente parcial, incluyeran mecanismos adicionales al codificar ambos contextos y no sólo uno. Dichos mecanismos, pueden incluir el empleo de más recursos atencionales o bien, de procesos de integración diferentes. De igual forma, en la recuperación, la respuesta que incluía sólo el recuerdo parcial del contexto, involucraba no sólo la activación neurofisiológica relacionada con la recuperación exitosa de uno de los contextos, sino también la asociada con el intento fallido de recuperar el otro contexto. Estas diferencias en el procesamiento no están presentes en las respuestas de las tareas de contexto simple, dada la naturaleza de las mismas. Además, al emplear las dos tareas de memoria de contexto simple, fue posible verificar que tanto el color como la textura representaban contextos equivalentes entre sí, es decir, que no se favoreciera el recuerdo de alguno de ellos por alguna característica propia del contexto y no del procesamiento mnemónico de los mismos.

Para asegurar que los PRE fuesen registrados durante la recuperación de contexto, en las tres tareas se solicitó una sola respuesta para recuperar uno o ambos contextos. Este procedimiento garantiza, junto con la alta resolución temporal de la técnica, que los PRE estén asociados con la recuperación específica de contexto y no con los procesos de las respuestas previas (Cycowitz & Friedman, 2003) como probablemente es el caso de las tareas de respuesta secuencial, en las que la recuperación se solicitaba después de la respuesta de reconocimiento viejo/nuevo (Wilding, 2000; Wilding & Rugg, 1996), o incluso después del juicio recordado/conocido (Trott et al., 1997; Trott et al., 1999).

En referencia al desempeño conductual durante la codificación, no se esperaron diferencias en la proporción de respuestas correctas entre las tareas debido a que la identificación de los estímulos es independiente de la cantidad de información contextual presentada con los mismos. No obstante, dada la naturaleza intencional de las tareas, se anticipó un mayor tiempo de reacción para codificar en la tarea de contexto doble que en las tareas de contexto simple. En alusión a la segunda fase de las tareas, se esperó una mayor proporción de respuestas correctas de recuperación de contexto en las tareas de contexto simple que en

la de contexto doble. Así mismo, se anticipó que el tiempo de reacción de las respuestas correctas de recuperación en las tareas de contexto simple fuese menor que en la tarea que incluyó ambos. Estas hipótesis se derivaron a partir de que el procesamiento de una mayor cantidad de información contextual implica un mayor nivel de complejidad. Con respecto a la proporción de reconocimiento del ítem y de respuestas correctas a los estímulos nuevos, no se esperaron diferencias entre las tareas debido a que la identificación de los estímulos como viejos o nuevos, no es afectada por la cantidad de contextos asociados.

Respecto a los datos electrofisiológicos, aunque la codificación de más de un contexto no se hubiese estudiado antes con la técnica de PRE, por una parte se esperó que la amplitud de los PRE asociados con la recuperación subsecuente correcta, fuese mayor en la tarea de memoria de contexto doble, que en las tareas de contexto simple. Por otra parte, se esperó registrar una mayor amplitud en los PRE de la codificación analizados en función de la recuperación total, en contraste con los de la recuperación parcial en la tarea de contexto doble. Ambas hipótesis se basaron en que la codificación de dos contextos tal vez involucre más recursos cognoscitivos que el procesamiento de un solo contexto, como mecanismos atencionales para seleccionar y mantener la información relevante, procesos de integración perceptual y funciones ejecutivas para asociar los contextos con el ítem en una misma representación episódica. De hecho, algunos estudios han revelado que las tareas de codificación con una alta demanda cognoscitiva (por ejemplo, el procesamiento profundo implicado en un juicio semántico) se han asociado con PRE de mayor amplitud a diferencia de otras tareas más superficiales, en términos de percepción o contenido, como el orden alfabético de ciertas letras (Otten & Rugg, 2001) o la percepción de semejanza ortográfica entre palabras (Sanquist et al., 1980). Las diferencias de amplitud entre las tareas se esperaron en derivaciones frontales y centrales, de acuerdo con los resultados obtenidos en estudios previos con PRE y tareas de memoria de contexto simple (Cansino & Trejo-Morales, 2008; Cansino et al., 2010; Friedman & Trott, 2000; Guo et al., 2006). También se esperó una diferencia de amplitud en la codificación en derivaciones parietales derechas, con base en que en

el único antecedente empírico que ha estudiado la integración de dos contextos durante la codificación, se observó activación predominante en esa región (Uncapher et al., 2006).

Debido a que se emplearon contextos visuales (color y textura), tanto en la codificación como en la recuperación se analizaron los componentes N100 y P200 como medidas de control. Estos componentes se han asociado con mecanismos de atención visual (Mangun & Hillyard, 1991; Luck, Woodman & Vogel, 2000) y procesamiento perceptual (Luck & Hillyard, 1994; Luck et al., 2000; Freunberger, Klimiesch, Doppelmayr & Holler, 2007), respectivamente. Por lo tanto, no se esperaron diferencias en estos componentes entre las tareas debido a que de presentarse, se reflejarían diferencias en el procesamiento perceptual temprano entre las tareas que pudiesen impactar en los efectos electrofisiológicos tardíos.

Para la fase de recuperación, se esperaron diferencias en la amplitud del efecto viejo/nuevo parietal izquierdo entre las tareas de contexto simple y la de contexto doble. Esto debido a que se ha observado una mayor amplitud en los PRE originados por la recolección de dos contextos (Wilding, 2000) o de más información episódica (Vilberg et al., 2006), en comparación con la recolección de un contexto o de menos información episódica. Con base en la misma evidencia, se esperó que la amplitud de dicho efecto fuese mayor en los PRE asociados con la recuperación total, a diferencia de los producidos por la recuperación parcial en la tarea de contexto doble. Con respecto a la amplitud del efecto viejo nuevo frontal derecho, también se esperaron diferencias entre las tareas debido a que se ha registrado ampliamente durante la recolección de un contexto (Cansino & Trejo-Morales, 2008; Guo et al., 2006; Hayama et al., 2008; Herron & Wilding, 2005; Trott et al., 1997; Trott et al., 1999; Wilding, 1999; Wilding & Rugg, 1996) y se ha asociado tanto con la recuperación exitosa de información episódica (Wilding & Rugg, 1996; Cansino & Trejo-Morales, 2008) como con procesos de monitoreo posterior a la respuesta (Hayama et al., 2008; Rugg, 2004). De manera opuesta, debido a que el efecto viejo/nuevo frontal medio, se ha relacionado con el proceso de familiaridad con los estí-

mulos (Curran, 2000; Friedman & Johnson, 2000; Mecklinger, 2000; Rugg & Curran, 2007), no se esperaron diferencias en los PRE al procesar más información contextual.

## Método

### Participantes

Veinte adultos jóvenes (10 mujeres) con una edad promedio de 25.4 años ( $DE \pm 2.2$ ) y una media de 16.9 ( $DE \pm 1.8$ ) años de estudio (procedentes de diversas licenciaturas), participaron voluntariamente en el estudio. Todos fueron diestros, sin padecimientos neurológicos y/o psiquiátricos, sin consumo de medicamentos que afectaran el sistema nervioso central, sin adicción a drogas y/o alcohol. Con agudeza visual normal o corregida y percepción normal del color. Todos proporcionaron por escrito su consentimiento para participar voluntariamente. El experimento fue aprobado por el Comité de Bioética de la Facultad de Medicina de la UNAM, de acuerdo con los principios establecidos en la Declaración de Helsinki (Asociación Médica Mundial, 2013).

### Aparatos

Se emplearon dos computadoras personales, tres monitores de 17" (uno se usó en la cámara de registro para la presentación de cada tarea frente al participante, los dos restantes para monitorear cada tarea y el registro de PRE en la cámara de observación), una televisión, una videocámara y dos cajas de respuesta (11 x 6 x 2 cm) con tres botones cada una (ver Figura 1C). Uno de los botones se encontraba en la parte inferior derecha o izquierda de cada caja y correspondía al dedo pulgar izquierdo o derecho, respectivamente. Los dos botones superiores de cada caja, correspondían a los dedos índice y medio de cada mano. Se utilizó el software Eprime 2.0 para presentar los estímulos y registrar las respuestas de los participantes. El software Brain Vision Recorder fue empleado para adquirir los datos fisiológicos, así como el sistema Brain Vision QuickAmp con 128 canales, para registrar la señal electrofisiológica.

### Estímulos

Se emplearon 756 imágenes que representaban objetos comunes, la mitad correspondía a objetos naturales y el resto artificiales (ver Figura 1B). Estas imágenes se han empleado en diversos estudios de me-

moria de contexto (Cansino & Trejo-Morales, 2008; Cansino et al., 2010; Cansino et al. 2013). Ciento sesenta y dos imágenes se utilizaron para las prácticas de cada tarea y 54 fueron empleadas como estímulos de alertamiento antes de cada bloque en los que se dividieron las tareas. De las 540 imágenes restantes, 360 se emplearon para la fase de codificación y recuperación y el último conjunto de 180 imágenes como estímulos nuevos en la etapa de recuperación. Los estímulos tuvieron un ángulo horizontal y vertical máximo de 2.5° y se mostraron en el monitor a 100 cm de distancia de los ojos del participante. La distribución de las imágenes que se emplearon para cada fase en las tres tareas se presenta en la Tabla 1.

*Tabla 1. Distribución de las imágenes empleadas en cada fase de cada tarea*

	Bloques	Fase de la tarea		Total de imágenes por tarea
		Codificación (20 imágenes por bloque)	Recuperación (10 imágenes nuevas por bloque)	
<b>Tareas</b>				
Color	6	120	60	180
Textura	6	120	60	180
Color y Textura	6	120	60	180
<b>Total de imágenes por fase</b>		<b>360</b>	<b>180</b>	<b>540</b>

En cuanto a los contextos (ver Figura 1A), para la tarea con el contexto color se utilizaron dos fondos de distintos colores que se presentaron aleatoriamente detrás de cada estímulo. Para la tarea con el contexto textura, se presentaron dos texturas diferentes de manera aleatoria como fondo de cada estímulo. Para la tarea con ambos contextos, se fusionaron los dos colores y las dos texturas empleadas en las tareas de memoria de contexto simple, por lo que se obtuvieron cuatro opciones de color y textura diferentes (ver Figura 1A).

## Procedimiento

El experimento se realizó en dos sesiones, en la primera se obtuvo información general sobre los participantes, se les describió el objetivo del estudio y sus características, se obtuvo el consentimiento informado por escrito y se identificó la medida de gorra que se emplearía en la sesión de registro. Asimismo, se evaluó la agudeza visual a través de la carta de Snellen (International Council of Ophthalmology, 1988) y se



aplicó una versión breve de la Prueba de Ceguera al Color de Ishihara (Ishihara, 2003). En la segunda sesión se colocó la gorra para el registro de PRE y se digitalizó la posición de cada electrodo en un mapa tridimensional. El registro, simultáneo a las tareas, se llevó a cabo en una cámara sonoamortiguada iluminada con luz tenue. Los participantes se sentaron en un sillón con respaldo alto a 100 cm de distancia de la pantalla. Antes de realizar cada tarea llevaron a cabo la práctica de la misma para conocer las instrucciones y familiarizarse con los estímulos y las cajas de respuesta. Cada práctica consistió en una versión breve (un bloque) de la tarea correspondiente y tuvo una duración de 3,5 minutos, podían realizarla un máximo de tres ocasiones. Posteriormente los participantes llevaron a cabo las tareas: dos de contexto simple y una de contexto doble. A continuación se describe con detalle en qué consistió cada una. Al finalizar las tres tareas se aplicó un cuestionario sobre las respuestas de los participantes durante las mismas (ver Apéndice A).

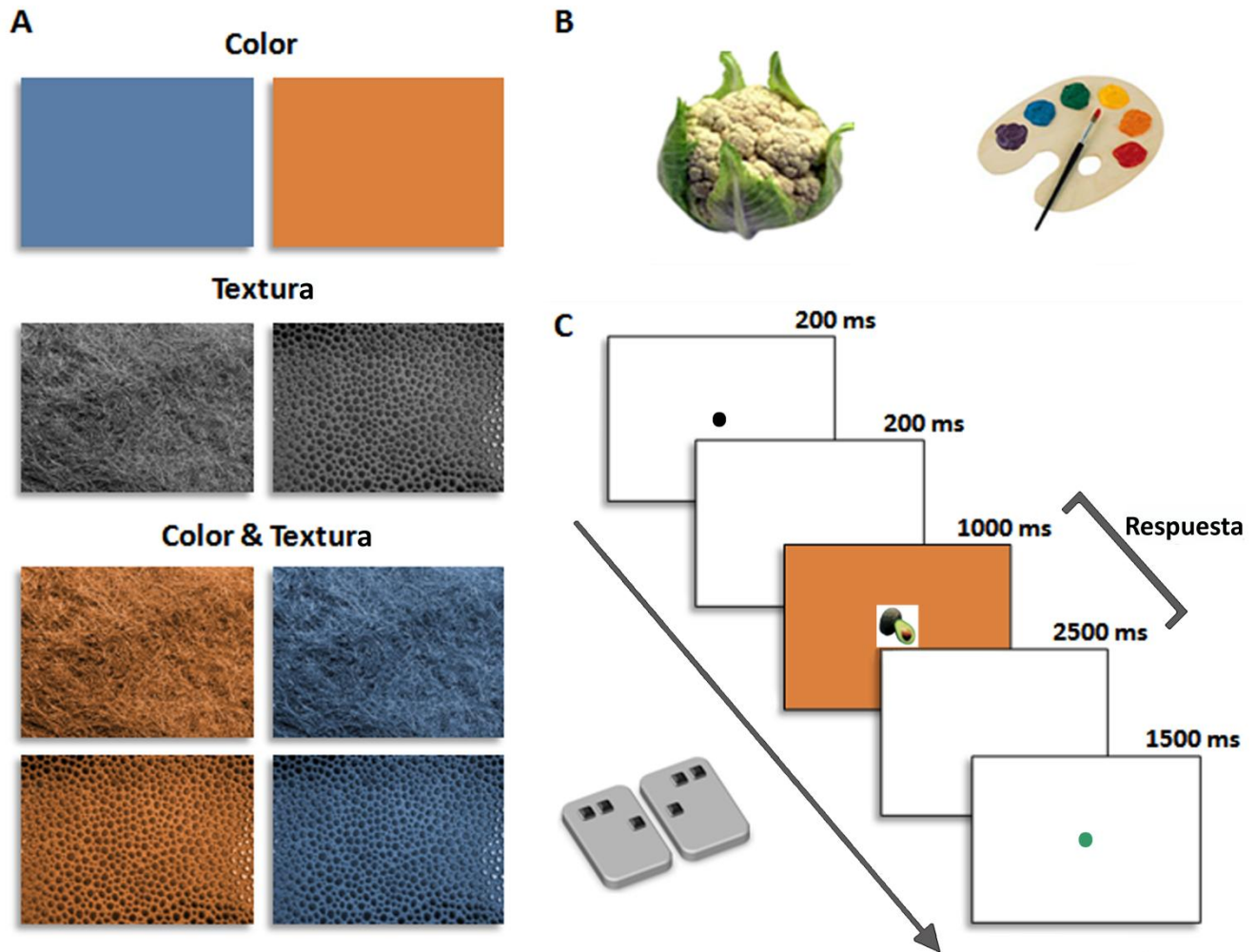


Figura 1. (A) Fondos empleados como contextos en cada tarea. (B) Ejemplos de las imágenes empleadas como estímulos en las tres tareas. (C) Estructura de un ensayo con su duración. En la ilustración se muestra el ejemplo de un ensayo durante la codificación en la tarea de contexto color. En la fase de recuperación, cada ensayo tuvo la misma estructura y duración, la única diferencia fue que cada imagen se presentó sobre la pantalla con fondo blanco, es decir, sin contexto. Esquema de las cajas de respuesta empleadas.

### Tareas de memoria de contexto

Cada tarea se conformó por una fase de codificación y otra de recuperación. La fase de codificación incluyó una clasificación semántica de cada imagen (natural/artificial). Se empleó este tipo de tarea debido a que implica una codificación elaborada y profunda ( Craik & Lockhart, 1972; Kapur et al., 1994; Otten & Rugg, 2001).

Como se muestra en la Figura 1C tanto en la fase de codificación como en la de recuperación, antes de cada estímulo se presentó, durante 200 ms, un círculo negro al centro de la pantalla como punto de fijación. Posteriormente, el punto desapareció y la pantalla permaneció en blanco por 200 ms, este tiempo se empleó como línea base.

En la etapa de codificación, cada ensayo comenzó con la presentación de un estímulo al centro de la pantalla y como fondo la opción de contexto correspondiente (color o textura, o ambos). Cada estímulo fue mostrado durante 1000 ms y el intervalo para responder fue de 3500 ms después de que inició la presentación del estímulo (ver Figura 1C). El intervalo entre estímulos fue de 5400 ms para permitir que los participantes pudieran parpadear después de responder. Los participantes presionaron los botones superiores derechos e izquierdos de las cajas de respuestas que correspondían a los dedos índice izquierdo y derecho, respectivamente, para indicar si el objeto representaba un objeto natural o artificial (ver Figura 2). La mitad de los participantes indicó si la imagen era natural con el botón de la caja izquierda y artificial con el de la derecha y la otra mitad viceversa.

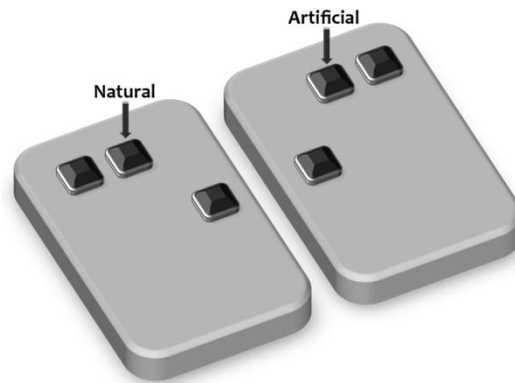


Figura 2. Ilustración de las cajas de respuesta con los dos botones empleados durante la fase de codificación, para indicar si el estímulo era natural o artificial, el botón correspondiente a cada categoría fue contrabalanceado entre los participantes.

La consigna para la etapa de codificación fue la siguiente: “En cada ensayo aparecerá una imagen, tu tarea consiste en presionar el botón correspondiente a tu dedo índice izquierdo si representa un objeto natural, o el botón que corresponde a tu dedo índice derecho si representa un objeto artificial.”

En la fase de recuperación, cada ensayo comenzó con la presentación de un estímulo al centro de la pantalla durante 1000 ms (ver Figura 1C). El intervalo para responder fue de 3500 ms a partir de que inició la presentación del estímulo. El intervalo entre estímulos también fue de 5400 ms para permitir que los participantes pudieran parpadear después de responder. En esta etapa, los participantes indicaron si la imagen era nueva (no había aparecido en la fase de codificación) o vieja (había aparecido). Si la imagen era nueva, los participantes presionaron el botón inferior de la caja de respuestas. Si era vieja, indicaron el contexto, o combinación de contextos, con el que se presentó la imagen en la fase de codificación. En las tareas de memoria de contexto simple, indicaron la opción del contexto con cada uno de los botones de cada caja de respuestas, correspondientes a los dedos índices izquierdo o derecho (ver Figura 3A). En la tarea de contexto doble, respondieron con uno de los cuatro botones superiores de ambas cajas (ver Figura 3B). Un contexto fue identificado mediante la selección de una de las cajas (derecha o izquierda) y el otro, mediante uno de los dos botones en cada caja. Si los participantes no recordaban el contexto con el que se había presentado la imagen, debían elegir al azar, alguno de los botones asignados en cada condición para identificar el contexto. Esto con la finalidad de señalar el reconocimiento de la imagen como vieja, incluso cuando no se recordara el contexto con el que se había presentado. La asignación de las cajas y de los botones para responder a las diferentes categorías de contexto, y a las posibles opciones en cada categoría, fue contrabalanceada entre los participantes. En las tareas de contexto simple la mitad de ellos indicó la opción de un contexto con el botón correspondiente al dedo índice de la mano derecha y la otra mitad con el botón del dedo índice de la mano izquierda. En la tarea de contexto doble se realizó de la misma manera, con la diferencia de que emplearon los botones tanto del dedo índice como medio de cada mano.

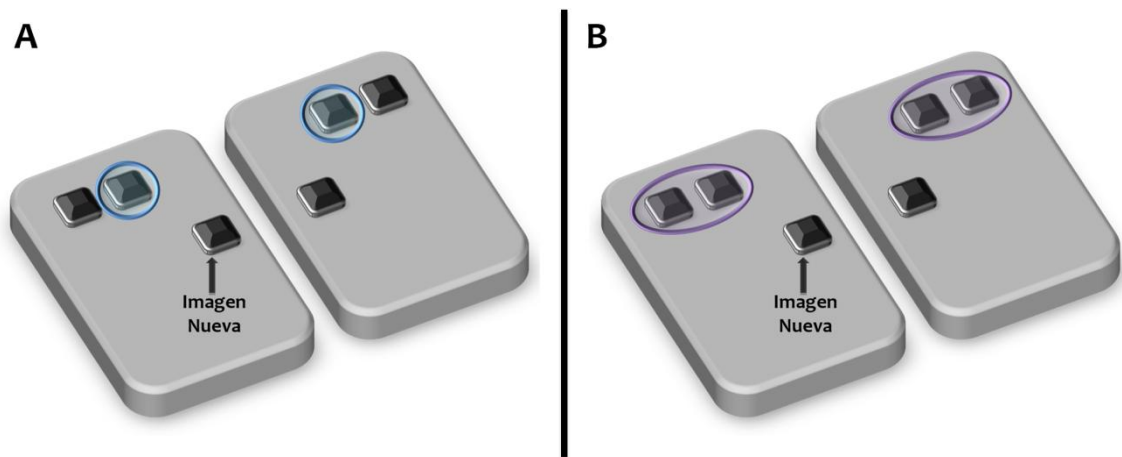


Figura 3. (A) Se muestran los botones que correspondían a cada opción de contexto con el que se presentó previamente el estímulo en las tareas de contexto simple. (B) Se indican los cuatro botones que se emplearon en la recuperación de ambos contextos. Para ambos tipos de tareas, uno de los botones inferiores correspondía a las imágenes nuevas. El botón correspondiente a cada respuesta fue contrabalanceado entre los participantes.

La consigna para la etapa de recuperación fue la siguiente: “Ahora se presentarán las imágenes que acabas de ver mezcladas con otras imágenes nuevas. Tu tarea consiste en identificar si las imágenes se presentaron o no, durante la etapa anterior. Si sí se presentaron, debes presionar el botón correspondiente al color de fondo con el que aparecieron previamente. Si no se presentaron, debes presionar el botón inferior con tu pulgar izquierdo.”

Cada una de las tareas se dividió en 6 bloques, cada uno incluyó una fase de codificación (20 ensayos) y otra de recuperación (30 ensayos) con una duración aproximada de 1.8 y 2.7 minutos, respectivamente. En total, la fase de codificación de cada tarea incluyó 120 ensayos y la de recuperación, 180 ensayos. El orden de las tres tareas y de los bloques de éstas, fueron contrabalanceados para cada participante. En la etapa de codificación de cada bloque, de cada tarea, se presentaron 20 imágenes junto con uno o dos de los contextos correspondientes. Posteriormente, en la fase de recuperación se mezclaron las 20 imágenes presentadas en la codificación, con diez imágenes nuevas. La duración total de la codificación de cada tarea fue de 10.8 minutos y de 16.2 minutos para la recuperación.

Los diferentes tipos de contexto se presentaron durante la codificación como fondo de cada imagen. Uno de dos colores o una de dos texturas fue presentado en las tareas de memoria de contexto simple, mientras que en la de contexto doble, fue presentada una combinación de color y textura, de las cuatro posibles (ver Figura 1A). En la fase de recuperación, se presentó cada estímulo sin contexto, es decir, al centro de la pantalla con fondo blanco.

### **Registro de los PRE**

El registro del electroencefalograma (EEG) se llevó a cabo mediante un 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 utilizó una gorra elástica ActiCap con 126 electrodos activos monopolares de plata clorurada. La posición de éstos consistió en 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 (ver Figura 4). Se colocó un electrodo en la frente como tierra y el electro-oculograma (EOG) se registró con un electrodo en la porción lateral del ojo derecho para registrar los movimientos oculares horizontales y otro en la región supraorbital del ojo izquierdo para registrar los movimientos oculares verticales. El EOG también fue monopolar. La impedancia promedio de todos los electrodos fue menor de 5 k $\Omega$ .

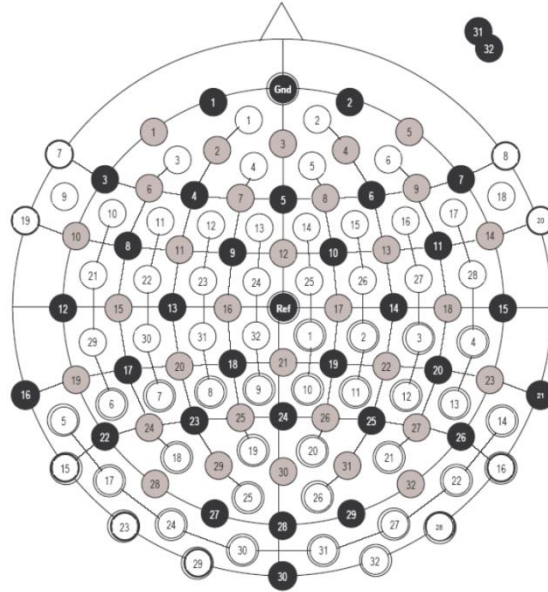


Figura 4. Distribución de las 126 derivaciones y los dos electrodos empleados para el EOG.

## Instrumentos

Se empleó un cuestionario, elaborado ex profeso, que incluyó preguntas sobre las tareas (ver Apéndice A), con la finalidad de recabar información sobre las estrategias para codificar y recordar que emplearon los participantes. De igual forma, se registró la percepción sobre la complejidad de las tareas mediante la asignación de un valor en una escala de 1 a 10.

## Análisis Estadístico

### Datos conductuales

Para comparar el desempeño de los participantes durante la codificación se llevó a cabo un análisis de varianza (ANOVA) simple de medidas repetidas con el factor tarea (color, textura y color y textura) y la proporción de respuestas correctas como variable dependiente. El tiempo de reacción (TR) durante la tarea de codificación se analizó en función de la ejecución subsecuente en la fase de recuperación. Esto con la finalidad de explorar si la cantidad de contextos integrados correctamente al episodio desde la fase inicial se hubiese manifestado a través del tiempo requerido para responder a la tarea de codificación. Para tal fin, se

realizó un ANOVA de medidas repetidas con dos factores: tarea (color, textura y color y textura) y desempeño subsecuente (correcto e incorrecto); y el TR como variable dependiente. Finalmente, para analizar el TR de la codificación en la tarea de contexto doble se realizó otro ANOVA de medidas repetidas con el factor desempeño subsecuente (correcto, incorrecto y parcial) y el TR como variable dependiente.

Con respecto al análisis de la ejecución durante la segunda fase de las tareas, la proporción de recuperación de contexto se calculó en función del total de estímulos reconocidos. La proporción tanto de reconocimiento correcto como de respuestas correctas a estímulos nuevos, fueron corregidas de acuerdo con la Teoría de Detección de Señales aplicada a tareas de memoria (Snodgrass & Corwin, 1988; Wickens, 2002). Este procedimiento consiste en la sustracción de la proporción de respuestas incorrectas a estímulos nuevos (falsas alarmas) a la proporción de respuestas correctas de reconocimiento. Asimismo, se sustrajo de la proporción de respuestas correctas a estímulos nuevos, la proporción de respuestas incorrectas de reconocimiento (olvidos).

Se realizaron tres ANOVAs de medidas repetidas, con el factor tarea (color, textura y color y textura) en los que las respuestas correctas de contexto, de reconocimiento y a estímulos nuevos, fueron las variables dependientes en cada uno de los análisis. Para comparar el TR entre las tareas de acuerdo con el desempeño observado, se realizaron tres ANOVAs de medidas repetidas. En este caso con los factores: tarea (color, textura y color y textura) y desempeño (correcto e incorrecto); las respuestas de contexto, de reconocimiento y a estímulos nuevos fueron las variables dependientes en cada análisis. Para explorar el TR en la tarea de contexto doble, se llevó a cabo otro ANOVA de medidas repetidas con el factor desempeño (correcto, incorrecto y parcial) y el TR como variable dependiente.

En el cuestionario se incluyó una escala de 1 a 10 para señalar el grado de complejidad percibido por los participantes en cada tarea, se calculó la mediana y el rango intercuartil para obtener datos descriptivos de los valores asignados.



## Datos fisiológicos

En los datos de ambas fases se realizó una corrección automática de movimiento ocular basada en el algoritmo de Gratton, Coles & Donchin (1983) con el software BrainVision Analyzer 2. Posteriormente, se llevó a cabo una corrección de línea base de la señal electrofisiológica de toda la época en función de los 200 ms preestímulo, cada época incluyó los 2000 ms posteriores a la presentación del estímulo. Se utilizó un filtro de pase bajo de 20 Hz con 24dB de atenuación. Se eliminaron de manera automática los ensayos que presentaron una señal que excedía los  $\pm 70 \mu V$  y a través de la inspección visual de cada una de las épocas, se eliminaron aquellos ensayos que presentaban artefactos oculares y/o motores. Se promediaron las épocas de 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 analizado en cada tarea para la codificación fue: color 44.1 (EE 1.5); textura: 45.4 (EE 2.4) y color y textura 43.6 (EE 2.2). No se encontraron diferencias en el promedio de ensayos entre las tareas,  $F(2,38) = 0.69$ ,  $p = 0.5$ ,  $\epsilon = 0.97$ . En la tarea de contexto doble el promedio de ensayos para la recuperación subsecuente parcial y total fue de 42.5 (EE 2.2) y 39.4 (EE 2.5), respectivamente y tampoco difirió significativamente,  $F(1,19) = 1.98$ ,  $p = 0.2$ .

Para la fase de recuperación, los ensayos analizados para cada tarea incluyeron los de recuperación correcta de contexto así como los de las respuestas correctas a estímulos nuevos. El promedio de ensayos de recuperación correcta de contexto para cada tarea fue: color 41.1 (EE 1.2), textura 41.8 (EE 1.0) y color y textura 42.0 (EE 1.2); el correspondiente a las respuestas correctas a estímulos nuevos, también para cada tarea, fue: color 40.7 (EE 1.0), textura 42.0 (EE 1.1) y color y textura 40.2 (EE 1.2). Éstos no difirieron entre tareas, ni entre tipo de ensayo  $F(2,38) = 0.95$ ,  $p = 0.4$ ,  $\epsilon = 0.93$ . En la tarea de contexto doble, el promedio de ensayos de recuperación total 42.0 (EE 1.2) y parcial 39.8 (EE 2.4), tampoco difirió significativamente,  $F(1,19) = 2.4$ ,  $p = 0.24$ .

La amplitud media de los PRE fue medida con respecto a la señal promedio del periodo de línea base de 200 ms previo a la presentación del estímulo, en siete ventanas de medición: 0-150 ms, 150-250 ms, 250-450 ms, 450-700 ms, 700-1100 ms, 1100-1300 ms y 1300-2000 ms post-estímulo. Las primeras dos ventanas de medición se seleccionaron para evaluar los componentes atencionales N100 y P200. El efecto viejo/nuevo temprano esperado en derivaciones frontales medias se midió con la ventana de 250-450 ms. Las últimas cuatro 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. Sin embargo, entre los 1100 y 1300 ms se identificó una deflexión en la amplitud asociada con el *offset* del estímulo y para aislar esta actividad no relacionada con las tareas, se eligió esa ventana de medición. Las mismas ventanas de medición fueron empleadas para la codificación debido a que en algunos estudios previos, en los que se han empleado tareas de memoria de contexto simple, se han evaluado aproximadamente las mismas ventanas (Cansino & Trejo-Morales, 2008; Cansino et al., 2010; Friedman & Trott, 2000; Guo et al., 2006).

Para comparar entre las tareas los PRE registrados durante la codificación de aquellos ensayos cuyo contexto fue subsecuentemente recuperado se realizó un ANOVA de medidas repetidas para cada ventana de medición. Se incluyeron los factores: tarea (color, textura y color y textura), posición (frontal, central, parietal y occipital) y lateralización (izquierdo, derecho 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 tres electrodos, la selección de éstos para cada región de interés se muestra en la Figura 5. Debido a la baja proporción de estímulos con recuperación incorrecta de ambos contextos en la tarea de memoria de contexto doble, no fue posible analizar la señal asociada con las respuestas incorrectas. Por ello sólo se analizó la señal de codificación asociada con la recuperación subsecuente correcta entre las tareas, ésta comparación se ha realizado previamente pero con la señal de recuperación (Senkfor et al., 2002). Para analizar la señal asociada con la recuperación subsecuente parcial y total en la tarea de contexto doble se llevó a cabo un ANOVA

de medidas repetidas para cada ventana de medición con los factores: desempeño (subsecuente parcial y total), posición (frontal, central, parietal y occipital) y lateralización (izquierdo, derecho y línea media) y la amplitud de los PRE como variable dependiente.

Los análisis correspondientes a la recuperación, para examinar el efecto viejo/nuevo, incluyeron la comparación entre los PRE asociados con la recuperación correcta de contexto y con las respuestas correctas a estímulos nuevos. Se realizó un ANOVA de medidas repetidas para cada ventana de medición con la amplitud de los PRE como variable dependiente y con los factores: tipo de ensayo (contexto correcto y respuesta correcta a estímulos nuevos), posición (frontal, central, parietal y occipital) y lateralización (izquierdo, derecho y línea media). Con la finalidad de analizar los PRE asociados con la recuperación parcial y total en comparación con la de los estímulos nuevos, en la tarea de contexto doble, se realizó un ANOVA de medidas repetidas en cada ventana de medición con los factores: desempeño (total, parcial y respuesta correcta a estímulos nuevos), posición (frontal, central, parietal y occipital) y lateralización (izquierdo, derecho y línea media) y la amplitud de los PRE como variable dependiente. Por otro lado, para comparar las diferencias de amplitud entre las tareas, la señal asociada a los estímulos nuevos fue sustraída de la correspondiente a la recuperación de contexto correcto. Se llevó a cabo un ANOVA de medidas repetidas para cada ventana de medición, con los factores: tarea (color, textura y color y textura), posición (frontal, central, parietal y occipital) y lateralización (izquierdo, derecho y línea media) y la diferencia de amplitud de los PRE fue la variable dependiente.

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 un resultado fuese 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.

## Resultados

### Conductuales

El porcentaje de respuestas correctas de codificación (color  $M = 97.4 \pm 0.3$ , textura  $M = 97.1 \pm 0.6$  y color y textura  $M = 97.2 \pm 0.6$ ) fue equivalente entre las tareas,  $F(2, 38) = 0.1$ ,  $p = 0.9$ ,  $\epsilon = 0.94$ . El TR registrado durante la codificación se analizó en función del desempeño en la fase de recuperación y mediante el análisis con los factores: tarea y desempeño. Se encontró un efecto principal significativo del factor tarea,  $F(2, 38) = 4.57$ ,  $p = 0.017$ ,  $\epsilon = 0.97$ . El análisis post hoc reveló que el TR promedio de las respuestas correctas e incorrectas de recuperación de contexto fue mayor en la tarea de contexto doble (correcta  $M = 1578 \pm 123$ , incorrecta  $M = 1571 \pm 125$ ) en contraste con los de las tareas de contexto simple (color: correcta  $M = 1410 \pm 118$ , incorrecta  $M = 1409 \pm 125$ ; textura: correcta  $M = 1401 \pm 114$ , incorrecta  $M = 1403 \pm 112$ ). En la tarea de contexto doble, el análisis con el factor desempeño (recuperación subsecuente correcta  $M = 1578 \pm 123$ , incorrecta  $M = 1571 \pm 125$  parcial  $M = 1568 \pm 118$ ) no reveló un efecto significativo,  $F(2, 38) = 0.1$ ,  $p = 0.91$ ,  $\epsilon = 0.85$  en el TR.

El desempeño porcentual promedio en la fase de recuperación en cada tarea por tipo de respuesta se muestra en la Tabla 2. Con el análisis de la recuperación correcta de contexto se encontró un efecto significativo del factor tarea,  $F(2, 38) = 71.9$ ,  $p < 0.00001$ ,  $\epsilon = 0.97$ . A través del análisis post hoc se observó que la proporción media de respuestas correctas en la tarea de contexto doble fue significativamente menor que la de las tareas de contexto simple. En cuanto a la proporción de reconocimiento correcto y de identificación correcta de imágenes nuevas, no se encontraron diferencias significativas entre las tareas,  $F(2, 38) = 1.85$ ,  $p = 0.17$ ,  $\epsilon = 0.94$  y  $F(2, 38) = 1.48$ ,  $p = 0.24$ ,  $\epsilon = 0.88$ , respectivamente.

Tabla 2. Porcentaje promedio de cada tipo de respuesta en las tres tareas, desviación estándar entre paréntesis.

	Recuperación						
	Contexto Correcto	Contexto Incorrecto	Contexto Parcial	Reconocimiento	Olvido	Nueva Correcta	Falsa Alarma
Color	81.2 (8.0)	18.8 (7.5)		90.3 (6.7)	3.2 (4.2)	92.5 (7.0)	3.7 (5.8)
Textura	81.0 (10.1)	19.0 (11.1)		88.3 (5.9)	4.4 (2.9)	90.8 (5.2)	4.2 (4.3)
Col & Tex	51.5 (11.2)	4.1 (2.4)	44.5 (5.1)	88.6 (8.9)	2.8 (3.1)	91.7 (5.8)	5.1 (4.9)

El TR promedio durante la fase de recuperación para cada tipo de respuesta en las tres tareas, se muestra en la Tabla 3. Se encontró una interacción significativa entre los factores tarea y desempeño,  $F(2, 38) = 19.21$ ,  $p < 0.0001$ ,  $\epsilon = 0.998$  en el TR de la recuperación del contexto. Con las comparaciones post hoc se observó que el TR de la recuperación incorrecta en la tarea de contexto doble fue mayor que el de la recuperación correcta en la misma tarea y en las de contexto simple. Además, el TR de las respuestas correctas e incorrectas en la tarea de contexto doble, fue mayor que las de las tareas de contexto simple. En la tarea de contexto doble se encontró un efecto significativo del factor desempeño  $F(2, 38) = 20.97$ ,  $p < 0.00001$ ,  $\epsilon = 0.81$  y a través del análisis post hoc se observó que el TR promedio de las respuestas de recuperación de contexto total fue menor que el de la recuperación parcial e incorrecta.

Tabla 3. TR promedio, en ms, de cada tipo de respuesta en las tres tareas, desviación estándar entre paréntesis.

	Recuperación						
	Contexto Correcto	Contexto Incorrecto	Contexto Parcial	Reconocimiento	Olvido	Nueva Correcta	Falsa Alarma
Color	1368 (321)	1616 (498)		1398 (340)	1493 (517)	1049 (278)	1674 (547)
Textura	1363 (333)	1632 (475)		1394 (350)	1512 (504)	1063 (282)	1668 (429)
Col & Tex	1813 (307)	2071 (406)	2015 (376)	1895 (326)	1573 (330)	1108 (310)	2101 (440)

Con respecto al TR de las respuestas de reconocimiento se encontró una interacción significativa entre los factores tarea y desempeño,  $F(2, 38) = 7.49$ ,  $p = 0.0018$ ,  $\epsilon = 0.91$ . Las comparaciones post hoc indi-

caron que el TR de las respuestas correctas de reconocimiento, en la tarea de contexto doble, fue mayor que el de las tareas de contexto simple. No se encontraron diferencias entre el TR de las respuestas correctas e incorrectas de reconocimiento entre las tareas. En cuanto al análisis con el TR de respuestas a estímulos nuevos se encontró una interacción significativa entre los factores tarea y desempeño  $F(2, 38) = 8.76, p = 0.00074, \epsilon = 0.85$ . Con el análisis post hoc se confirmó que en cada tarea, el TR de las respuestas correctas a estímulos nuevos fue menor que el de las falsas alarmas. De igual forma, el TR promedio de las falsas alarmas de la tarea de contexto doble fue mayor que en las tareas de contexto simple.

## **Fisiológicos**

### **Codificación**

Los PRE registrados durante la codificación de cada tarea, analizados en función de la recuperación subsecuente de contexto, se muestran en la Figura 5A. Se encontró una interacción significativa entre los factores tarea, posición y lateralización en las siguientes ventanas de medición: 1100-1300 ms,  $F(12, 228) = 3.1; p = 0.008, \epsilon = 0.87$  y 1300-2000 ms,  $F(12, 228) = 2.9; p = 0.0009, \epsilon = 0.82$ . Después del análisis post hoc en esas ventanas de medición, se identificó que la amplitud media de la señal de la tarea de contexto doble, fue menor que la de las tareas de contexto simple únicamente en la región Frontal Izquierda (FI).

En la tarea de contexto doble se comparó la amplitud media de los PRE registrados durante la codificación de las respuestas de recuperación subsecuente parcial con la de recuperación subsecuente total (ver Figura 5B). Se encontró una interacción significativa entre los factores tarea, posición y lateralización en las siguientes ventanas de medición: 700-1100 ms,  $F(6, 114) = 4.7; p = 0.003, \epsilon = 0.86$ , 1100-1300 ms,  $F(6, 114) = 6.1; p = 0.0007, \epsilon = 0.83$  y 1300-2000 ms,  $F(6, 114) = 4.8; p = 0.0002, \epsilon = 0.83$ . Mediante el análisis post hoc en dichas ventanas de medición, se observó que la señal de la recuperación subsecuente total de contextos, fue mayor que la de la recuperación parcial en las siguientes regiones: Frontal Media (FM), Parietal Media (PM),

Parietal Derecha (PD), Occipital Media (OM) y Occipital Derecha (OD), mientras que en la región Frontal Derecha (FD) esta diferencia de amplitud fue significativa únicamente en las últimas dos ventanas de medición.

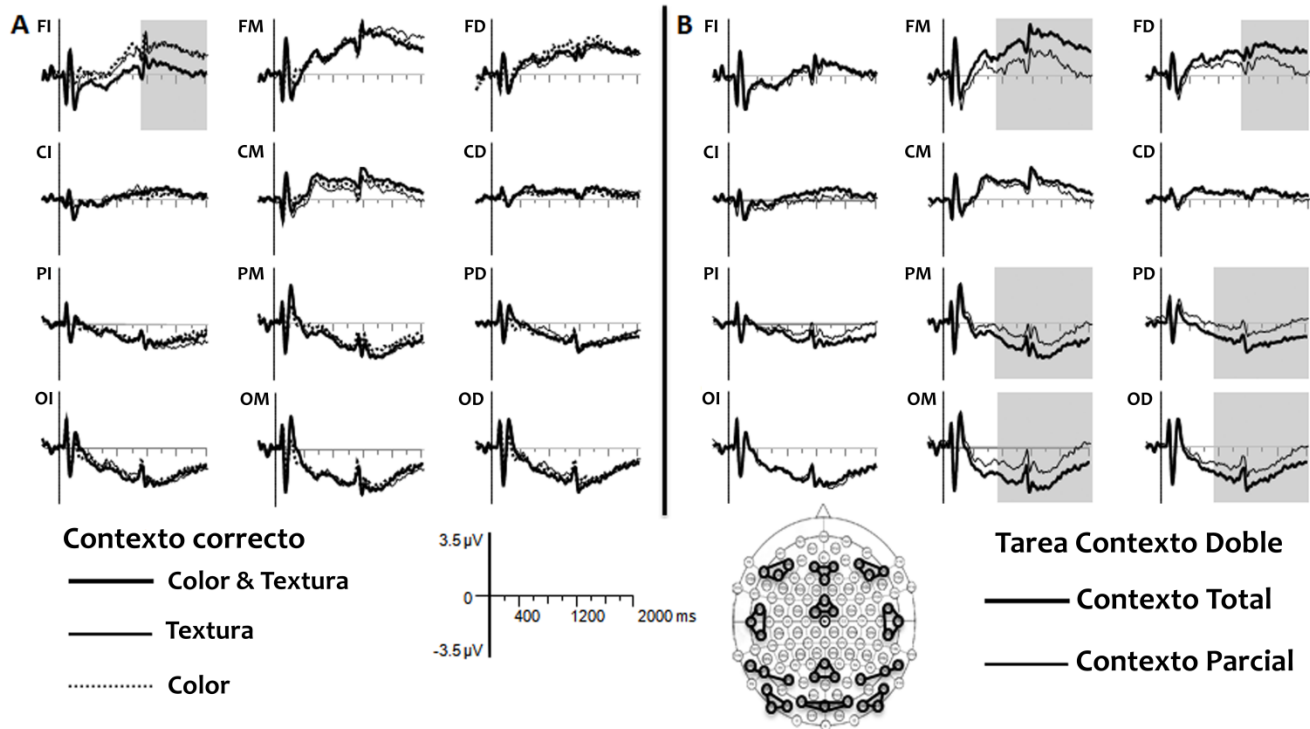


Figura 5. (A) PRE registrados durante la codificación, asociados con la recuperación ulterior correcta, en cada tarea. (B) PRE registrados durante la codificación, asociados con la recuperación subsecuente total y parcial en la tarea de contexto doble. La distribución de los tres electrodos promediados en cada una de las doce regiones de interés se muestra en el esquema. F: Frontal, C: Central, P: Parietal, O: Occipital, I: Izquierdo, D: derecho, M: Medio. Las áreas sombreadas indican las ventanas de medición en las que la amplitud fue significativamente diferente.

## Recuperación

El efecto viejo/nuevo en los PRE registrados durante la recuperación en cada tarea, se presenta en la Figura 6. Se encontró una interacción significativa entre los factores tipo de estímulo, posición y lateralización que a continuación se describen. En la tarea de contexto simple con color (ver Figura 6A: 250-450 ms,  $F(6, 114) = 4.96$ ,  $p = 0.0002$ ,  $\epsilon = 0.91$ ; 450-700 ms,  $F(6, 114) = 2.76$ ,  $p = 0.02$ ,  $\epsilon = 0.9$ ; 700-1100 ms,  $F(6, 114) = 3.1$ ,  $p = 0.008$ ,  $\epsilon = 0.88$ ; 1100-1300 ms,  $F(6, 114) = 2.8$ ,  $p = 0.014$ ,  $\epsilon = 0.89$  y 1300-2000 ms,  $F(6, 114) = 4.12$ ,  $p = 0.0009$ ,  $\epsilon = 0.92$ ) y con textura (ver Figura 6B: 250-450 ms,  $F(6, 114) = 5.8$ ,  $p < 0.0001$ ,  $\epsilon = 0.82$ ; 450-700 ms,  $F$

(6, 114) = 7.5,  $p < 0.0001$ ,  $\epsilon = 0.93$ ; 700-1100 ms,  $F(6, 114) = 4.7$ ,  $p = 0.0003$ ,  $\epsilon = 0.89$ ; 1100-1300 ms,  $F(6, 114) = 5.4$ ,  $p < 0.0001$ ,  $\epsilon = 0.91$  y 1300-2000 ms,  $F(6, 114) = 6.3$ ,  $p < 0.0001$ ,  $\epsilon = 0.94$ ) estas interacciones resultaron significativas en las mismas ventanas de medición. Con las comparaciones post hoc para esas ventanas se encontró que la amplitud de los PRE de la recuperación correcta de contexto, fue mayor que la de los PRE asociados con los estímulos nuevos en las mismas regiones de interés en ambas tareas de contexto simple: 250-450 ms: FM, Central Media (CM), Occipital Izquierda (OI), OM y OD; 450-700 ms: FM, FD, CM, OI, OM y OD; 700-1100 ms: FI, FM, FD, Parietal Izquierda (PI), PM, OI, OM y OD; 1100-1300 ms: FI, FM, FD, PI, PM, OI, OM y OD; y 1300-2000 ms: FI, FM, FD, CM, PI, PM, OI, OM y OD.

En la tarea de contexto doble (ver Figura 6C) se encontró una interacción significativa entre los factores tipo de ensayo, posición y lateralización en las siguientes ventanas de medición: 250-450 ms,  $F(12, 192) = 1.7$ ,  $p = 0.03$ ,  $\epsilon = 0.85$ ; 450-700 ms,  $F(12, 192) = 6.8$ ,  $p < 0.0001$ ,  $\epsilon = 0.93$ ; 700-1100 ms,  $F(12, 192) = 4.7$ ,  $p = 0.006$ ,  $\epsilon = 0.96$ ; 1100-1300 ms,  $F(12, 192) = 3.2$ ,  $p = 0.0003$ ,  $\epsilon = 0.90$  y 1300-2000 ms,  $F(12, 192) = 2.1$ ,  $p = 0.002$ ,  $\epsilon = 0.92$ . A través de los análisis post hoc se identificó, por un lado, que la amplitud de los PRE asociados con la recuperación total y parcial de contextos, fue mayor que la de los PRE de estímulos nuevos en las siguientes ventanas de medición y regiones de interés: 250-450 ms: FM y CM; 450-700 ms: FM y CM; 700-1100 ms: FI y FM; 1100-1300 ms: FI y FM y 1300-2000 ms: FI. Por el otro, se encontró una mayor amplitud de los PRE de la recuperación total con respecto a la de los PRE de la recuperación parcial y de estímulos nuevos, en las siguientes ventanas de medición y regiones de interés: 700-1100 ms: FD, PM, OI, OM y OD; 1100-1300 ms: FD, PM, OI, OM y OD y 1300-2000 ms: FM, FD, PI, PM, OI y OM.

Para comparar la magnitud del efecto viejo/nuevo entre tareas, la amplitud media de los estímulos nuevos fue sustraída de la asociada a la recuperación correcta del contexto. La diferencia de amplitud obtenida en las tres tareas, en cada ventana de medición y región de interés, se muestran en la Figura 7. Se observó una interacción significativa entre los factores tarea, posición y lateralización, en las siguientes venta-



nas de medición: 250-450 ms,  $F(12, 228) = 1.9$ ,  $p = 0.0013$ ,  $\epsilon = 0.89$ ; 450-700 ms,  $F(12, 228) = 2.0$ ,  $p = 0.02$ ,  $\epsilon = 0.90$ ; 700-1100 ms,  $F(12, 228) = 3.0$ ,  $p = 0.0008$ ,  $\epsilon = 0.95$ ; 1100-1300 ms,  $F(12, 228) = 3.0$ ,  $p = 0.0006$ ,  $\epsilon = 0.96$  y 1300-2000 ms,  $F(12, 228) = 3.1$ ,  $p = 0.0005$ ,  $\epsilon = 0.93$ . Mediante el análisis post hoc se observó que la diferencia de amplitud en la tarea de contexto doble fue significativamente menor que la de las tareas de contexto simple en las siguientes ventanas de medición y regiones de interés: 250-450: CM; 450-700: FM, CM y PI; 700-1100 ms: FI, FM y PI; 1100-1300 ms: FI, FM, CM y OI y 1300-2000 ms: FI, FM, CM y OI.

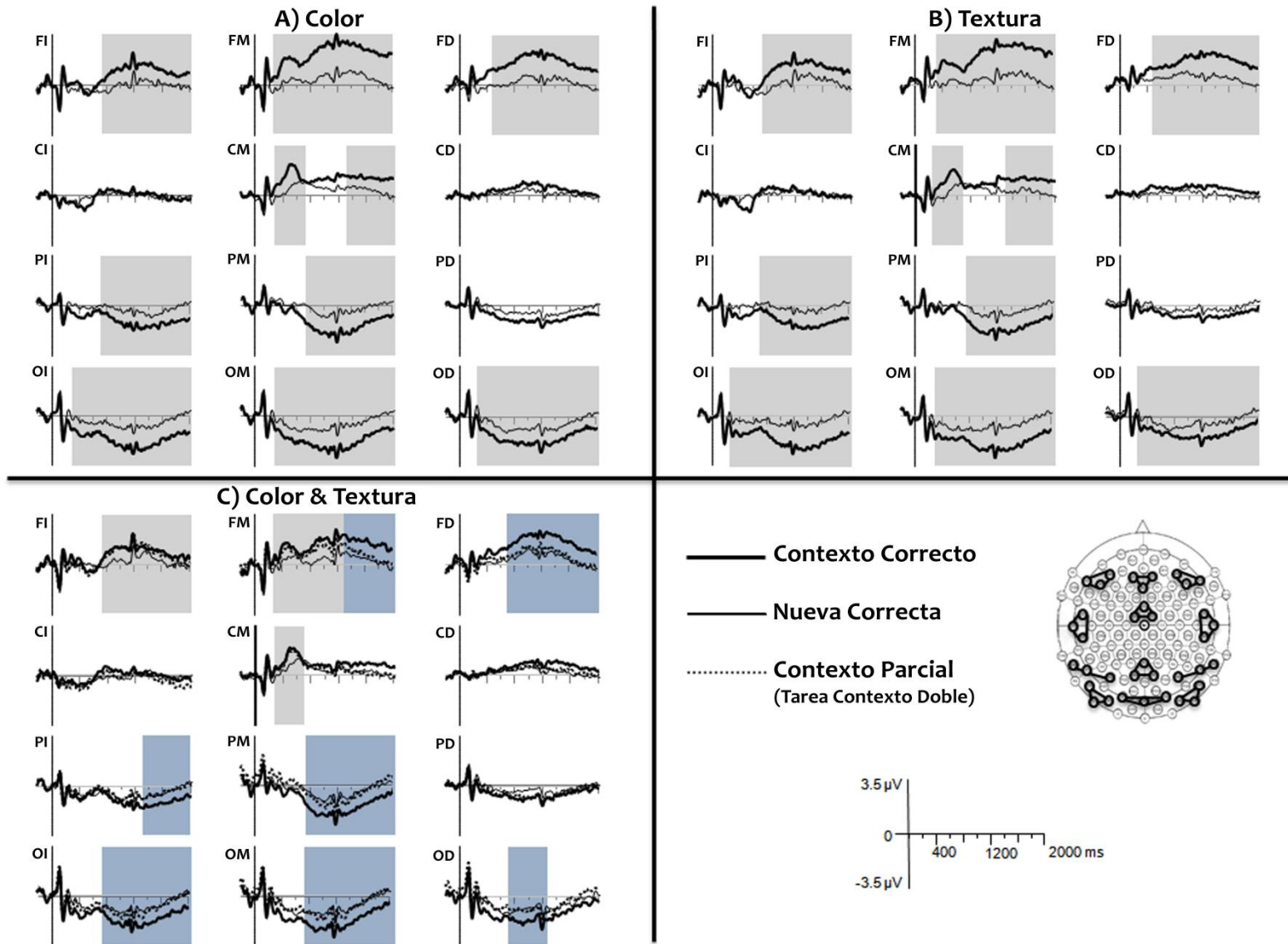


Figura 6. PRE registrados durante la fase de recuperación, asociados tanto con la recuperación correcta de contexto, como con las respuestas correctas a estímulos nuevos en cada tarea: (A) color (B) textura y (C) color y textura (incluye además, PRE de la recuperación parcial de contexto). Áreas sombreadas en gris: ventanas con diferencias significativas de amplitud entre la señal de recuperación correcta y la de estímulos nuevos. Áreas sombreadas en azul: diferencias entre la recuperación total y parcial de contexto y los estímulos nuevos. La distribución de los tres electrodos promediados en cada una de las doce regiones de interés se muestra en el esquema. F: Frontal, C: Central, P: Parietal, O: Occipital, I: Izquierdo, D: Derecho, M: Medio.

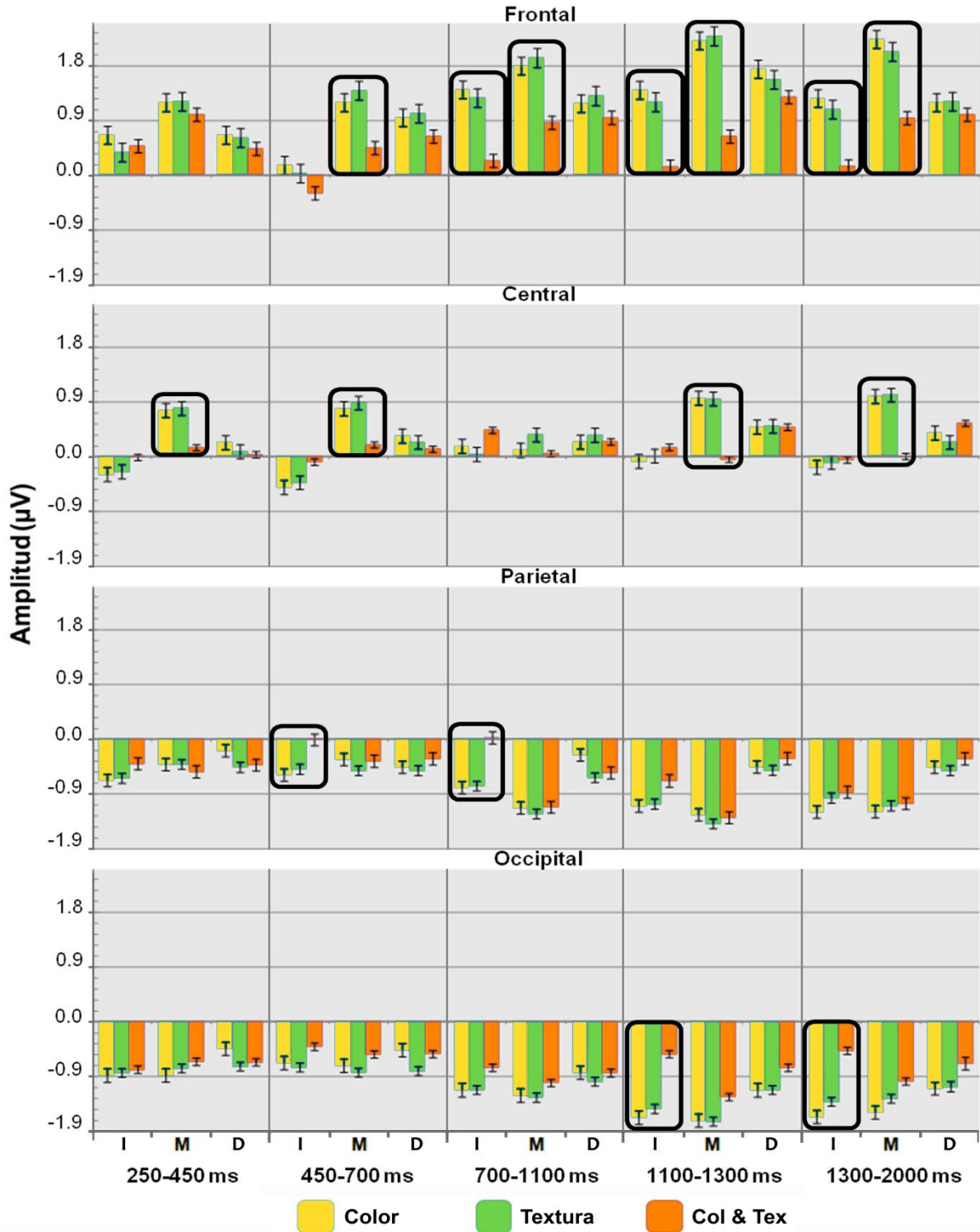


Figura 7. Diferencia de amplitud entre la señal de recuperación correcta de contexto y de respuestas correctas a estímulos nuevos, en cinco ventanas de medición y regiones de interés (Izquierdo: I, Medio: M y Derecho: D). Cada tarea es representada por un color de barras diferente y los recuadros negros indican las diferencias significativas entre las tareas.

## Cuestionario

Con respecto a las respuestas proporcionadas en el cuestionario aplicado al final de la sesión de registro (ver Apéndice A), el 55% de los participantes señaló la tarea con el contexto color como más fácil y el 45% restante, la tarea con el contexto textura. La razón expresada por todos los participantes fue que les resultaba más fácil asociar la imagen codificada con alguna de las opciones de contexto color o textura. En cuanto a la tarea que fue percibida como más difícil: el 95% de los participantes identificó la tarea de contexto doble, las razones hacían referencia a que tenían que asociar más información contextual con la imagen. El restante 5% de los participantes identificó la tarea con el contexto color, el motivo reportado fue que había sido la primera de las tres tareas y que si bien ya se tenía familiaridad con las tareas a través de las prácticas, las tareas subsecuentes resultaron más fáciles debido a que ya se había realizado la primera.

En cuanto a las estrategias reportadas por los participantes para llevar a cabo las tres tareas, todos reportaron haber asociado la imagen codificada con cada opción del contexto (color o textura) o con ambos contextos (color y textura) mediante asociaciones de cada opción como un escenario o ambiente relacionado con la imagen, por ejemplo, en la tarea con el contexto color identificaban las opciones como: ‘azul / naranja’, ‘agua / fuego’, ‘noche / día’, ‘cielo / tierra’, etcétera. En la tarea con el contexto textura identificaban las opciones como: ‘pasto / piedras’, ‘musgo / rocas’, ‘pelo / burbujas’, ‘campo / ciudad’, ‘paja / bolitas’, etcétera. Mientras que en la tarea de contexto doble identificaban las combinaciones de contexto como: ‘pasto mojado / piedras ardiendo / pasto ardiendo / piedras mojadas’, ‘campo día / campo noche / ciudad día / ciudad noche’, ‘bosque / casa / establo / ciudad’, ‘paja azul / bolitas azules / paja naranja / bolitas naranja’, ‘musgo cielo / musgo mostaza / rocas cielo / rocas mostaza’, etcétera.

Con respecto al grado de complejidad percibido por los participantes en cada tarea asignado en la escala entre 1 y 10 fueron: color Mdn = 5, Rango Intercuartil = 3; textura Mdn = 5, Rango Intercuartil = 3; y color y textura Mdn = 9, Rango Intercuartil = 1.

Finalmente, sobre si en la tarea de contexto doble alguno de los contextos les había resultado predominante o más fácil de recordar, el 80% de los participantes reportó no haber percibido algún contexto como predominante. Las respuestas del 20% restante se distribuyeron entre cada opción de contexto simple, sin que alguna fuese identificada por más del 6% de quienes identificaron algún contexto o combinación de contextos como más fácil de recordar.

## Discusión

La equivalencia de la proporción de recuperación correcta entre las tareas de contexto simple manifiesta que la integración del estímulo con un contexto visual, sea color o textura, se lleva a cabo de manera semejante desde la codificación. En cambio, la proporción de recuperación correcta en la tarea de memoria de contexto doble fue menor que en las de contexto simple, mostrando una mayor demanda en la tarea y probablemente el empleo de mecanismos más complejos para integrar la información contextual. Esta diferencia en la ejecución correcta entre tareas fue esperada debido a la mayor cantidad de contextos a integrar y recuperar, pero también al hecho de que se presentaban más opciones de contexto a elegir. De hecho, la probabilidad de responder correctamente al azar fue mayor en las tareas de contexto simple ( $p = 0.50$ ), que en la de contexto doble ( $p = 0.25$ ), debido a las dos y cuatro opciones de respuesta, respectivamente. Sin embargo, en ambos tipos de tarea se mantuvo una proporción de ejecución correcta superior al nivel del azar (tarea de contexto simple color: 81.2%, textura: 81.0% y tarea de contexto doble: 51.5%).

La proporción de reconocimiento y la de discriminación de imágenes nuevas fue equivalente entre las tareas, esto demuestra que la integración de los aspectos intrínsecos al estímulo o imagen, para clasificarla semánticamente, fue independiente de la cantidad de información contextual extrínseca a la misma y que la menor proporción de recuperación de ambos contextos no fue debida a que las imágenes no hubiesen sido reconocidas. Esto coincide con lo propuesto por Ecker et al. (2004) y por Troyer y Craik (2000), con respecto a que la integración de la información intrínseca al estímulo se procesa de manera más automática que la integración de los contextos extrínsecos, ya que esta última involucra una mayor demanda de recursos atencionales y de asociación, a diferencia del procesamiento de la información propia del estímulo en sí mismo.

El TR durante la recuperación en las tres tareas reveló que cuando la cantidad de contextos procesados era mayor, más tiempo era requerido para responder; en la tarea de contexto doble se requirieron en promedio 450 ms más. Asimismo, en esta tarea el TR promedio asociado con la recuperación incorrecta de

contexto y a la parcial, fue mayor que el de la recuperación correcta de los dos contextos. Esto indica que se requirió más tiempo para tratar de recordar el contexto adicional, en aquellos ensayos en los que no se logró la recuperación de ambos contextos fácilmente. Este resultado es semejante al observado en los estudios en los que se empleó el paradigma recordado/conocido modificado (Vilberg et al., 2006; Vilberg y Rugg, 2009) pues también se reportó que el TR asociado con más información episódica (R2) fue menor que el de las respuestas con menor cantidad de información (R1). Es importante resaltar que el TR promedio de la recuperación parcial fue alrededor de 650 ms mayor que el registrado en la recuperación correcta en las tareas de contexto simple. Esto revela que los participantes, al ser expuestos desde la codificación a ambos contextos, persistieron en el intento de recuperación del otro contexto incluso cuando habían logrado la recuperación exitosa de uno de ellos. Esta persistencia o esfuerzo adicional nunca estuvo presente en las tareas de contexto simple.

Con respecto al TR registrado durante la codificación de las tres tareas, éste fue mayor en la tarea de contexto doble que en las de contexto simple, independientemente de si la recuperación subsecuente fuese exitosa o no. Es decir, los participantes tardaron más en responder durante la codificación de la tarea de ambos contextos, no porque el juicio natural/artificial les llevara más tiempo, sino porque trataban de integrar ambos contextos entre sí y con el estímulo; probablemente haciendo uso de mecanismos ejecutivos y procesos atencionales de tipo *top-down*. Esto fue confirmado a través del reporte de los participantes registrado en el cuestionario, en el cual mencionaron que invertían más tiempo en la tarea de contexto doble para integrar ambos contextos como un escenario ante el estímulo. De igual forma, en la tarea de contexto doble el TR promedio registrado durante la codificación no difirió tampoco en función del éxito de la recuperación subsecuente (total, parcial o incorrecta). Por lo tanto, el TR durante la codificación no determinó si la recuperación posterior de la misma sería satisfactoria o no.

Los hallazgos electrofisiológicos del presente estudio, brindan información novedosa sobre los PRE asociados con el procesamiento de diferente número de contextos que se integran al estímulo y conforman un evento episódico. En principio, la comparación de los datos neurofisiológicos registrados durante las tareas de contexto simple y la de contexto doble reveló que tanto la codificación como la recuperación de más información contextual no están asociadas con un incremento en la amplitud de los PRE. Por el contrario, el procesamiento exitoso de dos contextos se asoció con ondas de menor amplitud que el de un solo contexto. Si bien estos resultados son opuestos a lo esperado originalmente, brindan evidencia sólida de que la amplitud de los PRE no varía linealmente con la cantidad de información contextual integrada.

La reducción de la amplitud en el efecto de memoria subsecuente de los dos contextos se registró únicamente en derivaciones frontales izquierdas en las ventanas de medición mostradas. Si bien en algunos estudios sobre memoria de corto plazo (Cansino, Ruiz & López-Alonso, 1999; McEvoy, Smith & Gevins, 1998; Mecklinger, Kramer & Strayer, 1992) se han observado PRE con menor amplitud en componentes como P300 mientras la dificultad de las tareas aumenta, dicho fenómeno no se ha registrado de manera frecuente en tareas de memoria episódica. Al igual que en estos estudios, la reducción de la amplitud asociada a la recuperación subsecuente de más contextos puede deberse a la diferencia de demanda cognoscitiva en la codificación en la tarea de contexto doble ya que, como se mencionó, el incremento en el tiempo para responder en esta tarea puede ser producto del mayor esfuerzo invertido para intentar recordar, mismo que no está presente en las tareas de contexto simple. Resulta indispensable precisar que esta diferencia de amplitud no fue generalizada, pues se presentó exclusivamente en derivaciones frontales izquierdas y si bien la resolución espacial de la técnica es limitada y no permite inferir directamente si los PRE reflejan la activación en la corteza prefrontal izquierda, la cual se ha asociado con la codificación de información a través de asociaciones semánticas (Fernández y Tendolkar, 2001), la activación de regiones cercanas a las derivaciones contribuyen en cierta medida al patrón registrado. Adicionalmente, los participantes reportaron haber empleado asociaciones semánticas para integrar ambos contextos como un escenario ante cada imagen. Por lo que es pro-



bable que las diferencias observadas en las derivaciones frontales izquierdas se deban al uso de estrategias de asociación semántica para lograr dicha integración episódica. Sin embargo, el que este efecto electrofisiológico dependa o no de la intención de los participantes de integrar la representación episódica global (esto es, si persiste en condiciones de memoria incidental, mas no intencional), se mantiene como pregunta abierta para investigar.

Por otra parte, la diferencia de amplitud entre la señal asociada a la recuperación ulterior parcial y a la total, en la tarea de contexto doble, puede ser comparada con el fenómeno electrofisiológico conocido como efecto de memoria subsecuente. Efecto observado en tareas de memoria al comparar la señal registrada durante la codificación, en función de la recuperación subsecuente correcta e incorrecta de contexto (Cansino & Trejo-Morales, 2008; Cansino et al., 2010) o bien, de estímulos ulteriormente no reconocidos (Guo et al., 2006). Si bien la recuperación parcial no implica una respuesta incorrecta total, tampoco incluye la recuperación exitosa de ambos contextos. Al igual que en los estudios mencionados, en este trabajo dicho efecto se observó predominantemente en derivaciones derechas y medias.<sup>1</sup> Este efecto de memoria subsecuente fue observado en dos regiones de interés destacables: derivaciones parietales derechas y medias, así como occipitales derechas. Estos efectos revelaron que la codificación exitosa y la integración de contextos visuales dependen de la activación de las cortezas sensoriales adecuadas, hallazgo previamente reportado en un estudio con RMf (Cansino, Maquet, Dolan & Rugg, 2002), en el que se observó una activación prominente en la corteza occipital lateral asociada con las imágenes cuyo contexto fue posteriormente recuperado. Por lo tanto, la integración perceptual inicial de la representación episódica no solo depende de la activación de la

---

<sup>1</sup> La ausencia de este efecto en derivaciones centrales en el presente estudio, que fueron observadas en otros estudios (Cansino & Trejo-Morales, 2008; Guo et al., 2006), puede deberse al hecho de que la amplitud registrada en los electrodos cercanos al vertex fuese atenuada ya que éste fue empleado como referencia (Dien, 1998; Pizzagalli, 2007; Woodman, 2010). Asimismo, es muy importante resaltar que, debido a la ubicación de la referencia en el vertex, la señal registrada en este estudio presentó una inversión en la polaridad del voltaje en electrodos posteriores, específicamente, a partir de las derivaciones parietales hasta las occipitales (Fabiani, Gratton & Federmeier, 2007; Woodman, 2010). Esta inversión de la polaridad del voltaje registrado, se observó en todos los registros del estudio, por lo que no debe interpretarse como una inversión en la polaridad de un efecto específico.

corteza sensorial apropiada (Zimmer & Ecker, 2010), sino también de mecanismos perceptuales posteriores que se mantienen activos incluso después de que el estímulo ya no esté presente, como en este estudio. Por otra parte, los datos obtenidos confirman que la dirección voluntaria o intencional de la atención hacia ambos contextos, durante la codificación, está asociada con el efecto de memoria subsecuente registrado en derivaciones parietales derechas. Este efecto emula la actividad en el surco intraparietal derecho registrada durante la codificación exitosa de dos contextos e interpretada como manifestación de procesos perceptuales de integración por Uncapher et al. (2006).

En cuanto a los resultados electrofisiológicos registrados durante la recuperación, la comparación de los PRE entre las tres tareas reveló que una mayor cantidad de información contextual se asoció con una menor amplitud del efecto viejo/nuevo. No obstante, se observaron distinciones importantes en cada componente de este efecto. La reducción de la amplitud registrada en el efecto viejo/nuevo parietal izquierdo durante la recuperación de dos contextos, a diferencia de uno, confirma que este efecto es modulado por la cantidad de información episódica, lo que coincide con estudios previos (Vilberg et al., 2006; Wilding, 2000). Sin embargo, contrario a lo encontrado en dichos estudios, en el presente trabajo la amplitud de este efecto fue menor durante la recuperación de más contextos. Este hallazgo puede reflejar el esfuerzo adicional inherente a la tarea de contexto doble. Dos estudios sobre memoria episódica manipularon la dificultad de las tareas al variar la frecuencia de presentación de los ítems en la fase de estudio (Li, Morcom & Rugg, 2004) o bien, al aumentar el intervalo de tiempo entre la fase de codificación y de recuperación (Herron & Wilding, 2005) y en ambos estudios se reportó una reducción en la amplitud del efecto parietal izquierdo en las condiciones de mayor dificultad. En contraste, la amplitud de este mismo efecto fue mayor durante la recuperación total a diferencia de la parcial en la tarea de contexto doble. Esto replica los hallazgos electrofisiológicos previos en los que se incluyó una mayor cantidad de información contextual (Wilding, 2000) o episódica (Vilberg et al., 2006). Sin embargo, en el presente estudio la amplitud del efecto viejo/nuevo parietal izquierdo no se caracterizó por una disminución gradual entre la recuperación total y la parcial, ni entre ésta y la dis-

criminación de imágenes nuevas. Únicamente los PRE asociados con la recuperación correcta de ambos contextos difirieron de los de las respuestas correctas a estímulos nuevos. Esta inconsistencia entre los resultados de este estudio y de los trabajos previos, puede deberse a las diferencias en la tarea (Vilberg et al., 2006) o el método empleado (Wilding, 2000). En el presente estudio, la señal asociada con la recuperación parcial de contexto refleja que los participantes persistían en el intento de recuperación, por lo que no se manifestó un efecto de recuperación clásico asociado con el recuerdo de al menos un contexto. Lo que confirma que durante la recuperación parcial de contexto tuvieron lugar procesos que no estuvieron presentes durante la recuperación exitosa en las tareas de contexto simple.

Con respecto al efecto viejo/nuevo frontal derecho, éste se ha relacionado con la recuperación exitosa del contexto (Cansino & Trejo-Morales, 2008; Wilding & Rugg, 1996), o bien, con procesos de monitoreo de la respuesta (Hayama et al., 2008; Rugg, 2004). Aunque en el presente estudio parece presentarse de manera bilateral como en otras investigaciones (Allan & Rugg, 1998; Cansino & Trejo-Morales, 2008; Ranganath & Paller, 1999), se observó una clara distinción funcional entre las derivaciones frontal derecha y las frontales medias e izquierdas (ver Figura 6C). En el hemisferio derecho, este efecto fue independiente de la cantidad de contextos, mientras que en las derivaciones medias e izquierdas, fue modulado por la misma; esto es, la diferencia de amplitud del efecto viejo/nuevo fue menor cuando más contextos fueron recuperados. Tal distinción sugiere que los PRE registrados en derivaciones derechas subyacen a procesos de monitoreo independientes a la cantidad de contextos recuperados; mientras otros procesos involucrados fueron reflejados por las diferencias de amplitud de las derivaciones frontales medias e izquierdas. Algunos estudios sobre memoria de contexto con RMf (Dobbins, Foley, Schacter & Wagner, 2002; Lundstrom et al., 2003; Lundstrom, Ingvar & Petersson, 2005; Nolde, Johnson & D'Esposito, 1998a; Nolde, Johnson & Raye, 1998b) han asociado la actividad cortical prefrontal izquierda con procesos ejecutivos necesarios para la recuperación de información contextual, como el uso de asociaciones semánticas, el mantenimiento de claves para recordar contextos enriquecidos, la organización o selección de información relevante, así como el escrutinio

reflexivo de la información recuperada. Por lo tanto, el efecto viejo/nuevo observado en las derivaciones frontales izquierdas y medias en el presente estudio pueden estar relacionadas con procesos ejecutivos de recuperación de contexto. Aunque, como se mencionó previamente, la dificultad puede estar involucrada con la disminución del efecto en la tarea de contexto doble, la asociación de dicho efecto con la manifestación de funciones ejecutivas de control para recuperar el contexto en las derivaciones izquierdas es una explicación plausible ya que una mayor activación registrada con RMf puede no corresponder directamente a una mayor amplitud positiva o negativa de los PRE dadas las diferencias en la resolución temporal de las técnicas.

En la tarea de contexto doble las respuestas de recuperación total se asociaron con ondas de mayor amplitud que las de recuperación parcial en derivaciones frontales derechas, esto sugiere que dicha actividad electrofisiológica fue modulada por la cantidad de información contextual. Mientras que en derivaciones frontales izquierdas ambos tipos de recuperación, parcial y total, manifestaron un efecto viejo/nuevo equivalente, es decir no fue afectado por la cantidad de contextos.

Una distinción importante entre la recuperación total y la parcial es que únicamente la primera estuvo asociada con el efecto viejo/nuevo frontal derecho, ya que la actividad eléctrica de las respuestas de recuperación parcial fue indistinguible de aquella de la discriminación correcta de las imágenes nuevas. Este resultado indica que durante las respuestas de recuperación parcial, el intento fallido para recuperar el contexto faltante fue predominante sobre la actividad asociada a la recuperación exitosa o a los mecanismos de monitoreo de la respuesta. Este resultado es opuesto a lo hallado por Wilding (2000), quien observó diferencias en derivaciones derechas entre las respuestas de recuperación total y parcial con respecto a las respuestas correctas a estímulos nuevos. Sin embargo, los PRE registrados en dicho trabajo podrían no ser equivalentes a los de este estudio porque aquellos fueron registrados durante las respuestas de reconocimiento y posteriormente analizados en función de la respuesta secuencial de recuperación de uno o dos contextos.

Así que los mecanismos de monitoreo pudieron estar asociados con la respuesta de reconocimiento de los estímulos y no al intento de recuperación del contexto, fenómeno que resultó preponderante durante las respuestas de recuperación parcial en el presente trabajo. El efecto viejo/nuevo observado en derivaciones izquierdas en las respuestas de recuperación total y parcial indica que los procesos ejecutivos de recuperación del contexto estuvieron involucrados, independientemente de la cantidad de contextos procesados.

Los patrones observados en las derivaciones frontales izquierda y derecha entre las tres tareas y en la de contexto doble revelaron que solamente la amplitud frontal izquierda registrada, la cual se ha asociado con funciones ejecutivas, fue sensible a la cantidad de información contextual recuperada (Dobbins et al., 2002; Lundstrom et al., 2003; Lundstrom et al., 2005; Nolde et al., 1998a; Nolde et al., 1998b). Afirmación basada en que la comparación entre tareas provee evidencia confiable de que los PRE son sensibles a diferente cantidad de contextos. De manera opuesta, el efecto frontal derecho, implicado en procesos de monitoreo de la respuesta (Hayama et al., 2008; Rugg, 2004), fue observado siempre que la recuperación del contexto hubiese sido exitosa.

La amplitud de los componentes tempranos N100 y P200 fue equivalente entre las tres tareas y entre las diversas respuestas de la tarea de contexto doble, tanto en la codificación como en la recuperación. Este resultado confirma que el procesamiento de uno y dos contextos involucró los mismos procesos atencionales visuales y perceptuales tempranos. Por lo que los efectos neurofisiológicos registrados en latencias posteriores fueron independientes de dichos procesos.

Las ondas registradas entre los 250 y 450 ms en derivaciones frontales y centrales medias, corresponden al efecto viejo/nuevo frontal medio, que ha sido consistentemente relacionado con el sentido de familiaridad de los estímulos (Curran, 2000; Friedman & Johnson, 2000; Mecklinger, 2000; Rugg & Curran, 2007). En la tarea de contexto doble este efecto fue equivalente entre las tareas en derivaciones frontales, e indistinguible entre la recuperación total y parcial tanto en derivaciones frontales como centrales. Por lo

tanto, como era esperado, este efecto se manifestó de manera independiente a la cantidad de contextos recuperados. No obstante, la magnitud de este efecto fue significativamente menor en la tarea de contexto doble, a diferencia de las tareas de contexto simple, en derivaciones centrales. Algunos estudios (Tsvilits Otten & Rugg, 2001; Ecker, Zimmer, Groh-Bordin & Mecklinger, 2007c; Ecker & Zimmer, 2009) han reportado un efecto del contexto sobre este índice fisiológico de familiaridad. Aunque en estos estudios la modulación sobre este efecto no se debió a la variación de la cantidad de información contextual, se ha propuesto que dicha modulación puede ser producida por el procesamiento de información contextual enriquecida que tiende a facilitar la integración conceptual o unificación del ítem con el contexto (Diana, Van den Boom, Yonelinas & Ranganath, 2011; Zimmer & Ecker, 2010).

El esfuerzo adicional para integrar el ítem con los contextos de fondo como un escenario en la tarea de contexto doble, pudo haber facilitado en mayor grado, la reactivación de cierta información contextual que no fue tan evidente en las tareas de contexto simple. La evidencia de tal reactivación en los resultados obtenidos, puede interpretarse a partir de la prominente amplitud y dispersión en las regiones izquierdas, medias y derechas en los potenciales registrados en derivaciones occipitales en las tres tareas. Estos PRE pueden reflejar la reactivación de procesos de asociación perceptual que fueron activados durante la codificación del ítem y los contextos, lo cual coincide con la evidencia de algunos estudios con RMf (Ferber, Humphrey & Vilis, 2005; Johnson & Rugg, 2007; Rugg, Johnson, Park & Uncapher, 2008) que han investigado la hipótesis de reactivación cortical (Rubin & Greenberg, 1998) y el principio de procesamiento de transferencia apropiada (Roediger, Gallo & Geraci, 2002).

Los hallazgos del presente estudio demuestran que el detrimento para reconstruir un recuerdo episódico se origina desde la codificación, mediante una pobre integración del estímulo con el contexto que lo rodea, y no durante el mantenimiento o la recuperación de la representación ya integrada. Al parecer, durante la codificación, las representaciones episódicas de las imágenes cuyos contextos fueron ulterior-

mente recuperados satisfactoriamente, fueron procesadas de manera diferente que aquellas en las que sólo se logró recuperar uno de los contextos; tal procesamiento diferenciado fue revelado por las diferencias en el efecto de memoria subsecuente, manifiestas en la recuperación total y parcial de contextos en las derivaciones frontales, parietales y occipitales (predominantemente en regiones medias y derechas). Tal conclusión se basa en el hecho de que los PRE fueron registrados durante la codificación y recuperación de diferente número de contextos en los mismos participantes. Aunque los estudios sobre memoria de contexto que han registrado PRE durante la codificación (Cansino et al., 2010; Friedman & Trott, 2000), o bien durante ambas fases, codificación y recuperación (Cansino & Trejo-Morales, 2008; Guo et al., 2006), han demostrado evidencia confiable del efecto de memoria subsecuente durante la integración de un contexto con el estímulo, los resultados obtenidos confirman que esto también se presenta para representaciones episódicas más complejas como las evaluadas en el presente trabajo. En consecuencia, el hallazgo de que la integración de diferente cantidad de contextos es reflejada por los PRE parece indicar que es más probable que las representaciones episódicas integradas que fueron procesadas en mayor grado durante la codificación, mediante la atención selectiva, la integración perceptual y las asociaciones semánticas, sean recordadas posteriormente; ideas similares han sido propuestas en estudios con RMf que han evaluado más de un contexto (Uncapher, et al., 2006; Uncapher & Rugg, 2009).

En resumen, la aproximación empleada al evaluar la actividad neurofisiológica asociada con el procesamiento de un solo contexto de manera independiente a aquella relacionada con la integración de dos contextos permitió observar que la codificación y recuperación de más información contextual no es reflejada por PRE de mayor amplitud, como en el caso de las respuestas de recuperación total y parcial. La aparentemente extraña disminución de la amplitud asociada con el procesamiento de más contextos puede ser consecuencia de una desincronización espaciotemporal de poblaciones neuronales responsables de la integración de información episódica, generada por el incremento de la demanda de la tarea; no obstante, tal premisa se mantiene abierta para ser investigada.

## Referencias

- Allan, K. & Rugg, M. (1998). Neural correlates of cued recall with and without retrieval of source memory. *NeuroReport* 9, 3463–3466.
- Arnold, M. & Lindsay, S. (2007). I Remember/Know/Guess that I Knew-it-all-along!: subjective experience versus objective measures of the Knew-it-all-along effect. *Mem. Cognit.* 35, 1854-1868.
- Asociación Médica Mundial. (2013). Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial. Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos.
- Bäumli, K.H., Pastötter, B. & Hanslmayr, S. (2010). Binding and inhibition in episodic memory-Cognitive, emotional, and neural processes. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews.* 34, 1047-1054.
- Bjork, R.A. (1989). Retrieval inhibition as an adaptive mechanism in human memory. En: Roediger, H.L., Craik, F.I.M. (Eds.), *Varieties of Memory and Consciousness: Essays in Honour of Endel Tulving.* pp.309–330. New jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Cabeza, R. (1999). Functional Neuroimaging of Episodic Memory Retrieval. En: Tulving, E. (Ed.), *Memory, Consciousness and the Brain. The Tallinn Conference,* Filadelfia: Taylor & Francis.
- Cansino, S., Ruiz, A. & López-Alonso, V. (1999). What does the brain do while playing scrabble?: ERPs associated with a short-long term memory task. *Int. J. Psychophysiol.* 31, 261-274.
- Cansino, S., Maquet, P., Dolan, R. & Rugg, M. (2002). Brain activity underlying encoding and retrieval of source memory. *Cereb. Cortex* 12, 1048-1056.
- Cansino, S. & Trejo-Morales, P. (2008). Neurophysiology of successful encoding and retrieval of source memory. *Cogn. Affect. Behav. Neurosci.* 8, 85-98.
- Cansino, S., Trejo-Morales, P. & 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.
- Cansino, S., Estrada-Manilla, C., Hernández-Ramos, E., Martínez-Galindo, J. G., Torres-Trejo, F., Gómez-Fernández, T., ... y Rodríguez-Ortiz, M. D. (2013). The rate of source memory decline across the adult lifespan. *Developmental Psychology*, 49(5): 973-985.



- Coles, M. & Rugg, M. (1995). Event-related brain potentials: an introduction. En Rugg, M. & Coles, M. (Eds.) *Electrophysiology of mind*, pp. 1-26. Oxford: Oxford University Press.
- Craik, F. I. M. & Lockhart, R. S. (1972). Levels of processing: A framework for memory research. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior* 11, 671-684.
- Curran, T. (2000). Brain potentials of recollection and familiarity. *Mem. Cognit.* 28, 923-938.
- Curran, T. & Hancock, J. (2007). The FN400 indexes familiarity-based recognition of faces. *Neuroimage*, 36, 464-471.
- Curran, T., Tepe, K. L. & Piatt, C. (2006). ERP explorations of dual processes in recognition memory. En Zimmer, H., Mecklinger, A. & Lindenberger, U. (Eds.), *Binding in Human Memory: A Neurocognitive Approach*, pp. 467-492. Oxford: Oxford University Press.
- Cycowitz, Y. & Friedman, D. (2003). Source memory for the color of pictures: Event-related brain potentials (ERPs) reveal sensory-specific retrieval-related activity. *Psychophysiology* 40, 455-464.
- Cycowitz, Y., Friedman, D. & Snodgrass, J. (2001). Remembering the color of objects: An ERP investigation of source memory. *Cerebral Cortex*. 11, 322-334.
- Diana, R., Van den Boom, W., Yonelinas, A. & Ranganath, C. (2011). ERP correlates of source memory: Unitized source information increases familiarity-based retrieval. *Brain Res.* 1367, 278-286.
- Dien, J. (1998). Issues in the application of the average reference: Review, critiques, and recommendations. *Behav. Res. Methods. Instrum. Comput.* 30, 34-43.
- Dobbins, I., Foley, H., Schacter, D. & Wagner, A. (2002). Executive control during episodic retrieval: multiple prefrontal processes subserve source memory. *Neuron* 35, 989– 996.
- Duarte, A., Ranganath, C., Winward, L., Hayward, D. & Knight, R. (2004). Dissociable neural correlates for familiarity and recollection during the encoding and retrieval of pictures. *Cognitive Brain Research*. 18, 255-272.
- Duzel, E. & Heinze, H. (2002). The Effect of Item Sequence on Brain Activity during Recognition Memory. *Cognitive Brain Research*, 13, 115– 127.

- Ecker, U., Groh-Bordin, C. & Zimmer, H. (2004). Electrophysiological Correlates of Specific Feature Binding in Remembering. Introducing a Neurocognitive Model of Human Memory. In *Bound in Memory. Insights from Behavioral and Neuropsychological Studies*, A. Mecklinger, H. Zimmer & U. Lindenberger, eds. (Aachen, Germany: Shaker Verlag), pp.159-193.
- Ecker, U., Zimmer, H. & Groh-Bordin, C. (2007a). Color and context: An ERP study on intrinsic and extrinsic feature binding in episodic memory. *Mem. Cognit.* 35, 1483-1501.
- Ecker, U., Zimmer, H. & Groh-Bordin, C. (2007b). The influence of object and background color manipulations on the electrophysiological indices of recognition memory. *Brain Res.* 1185, 221-230.
- Ecker, U., Zimmer, H., Groh-Bordin, C. & Mecklinger, A., (2007c). Context effects on familiarity are familiarity effects of context-an electrophysiological study. *Int. J. Psychophysiol.* 64, 146–156.
- Ecker, U. & Zimmer, H. (2009). ERP evidence for flexible adjustment of retrieval orientation and its influence on familiarity. *J. Cogn. Neurosci.* 21, 1907-1919.
- Fabiani, M., Gratton, G. & Coles, M. (2000). Event-related potentials. Methods, theory and Applications. En: Cacciopo, J., Tassinari, L. & Berntson, G. (Eds.) *Handbook of psychophysiology*. pp. 53-84. Nueva York: Cambridge University Press.
- Fabiani, M., Gratton, G. & Federmeier, K. (2007). Event-related potentials. Methods, theory and applications. In *Handbook of psychophysiology*, J. Cacciopo, L. Tassinari & G. Berntson, eds. (New York: Cambridge University Press), pp. 53-84.
- Ferber S., Humphrey G. & Vilis T. (2005) Segregation and persistence of form in the lateral occipital complex. *Neuropsychologia* 43, 41–51.
- Fernandez, G. & Tendolkar, I. (2001) Integrated brain activity in medial temporal and prefrontal areas predicts subsequent memory performance: human declarative memory formation at the system level. *Brain Res. Bull.* 55, 1–9.
- Freunberger R, Klimiesch W, Doppelmayr M & Holler Y. (2007). Visual P2 component is related to theta phase-locking. *Neuroscience Letters*, 426:181–6.
- Friedman, D. (2000). Event-related brain potential investigations of memory and aging. *Biological Psychology*. 54, 175–206.

- Friedman, D. & Johnson, R. (2000). Event-related potential (ERP) studies of memory encoding and retrieval: A selective review. *Microsc. Res. Tech.* 51, 6–28.
- Friedman, D., Ritter, W. & Snodgrass, J. (1996). ERPs during study as a function of subsequent direct and indirect memory testing in young and old adults. *Cognitive Brain Research.* 4, 1-13.
- Friedman, D. & Trott, C. (2000). An event-related potential study of encoding in young and older adults. *Neuropsychologia* 38, 542-57.
- Gardiner, J.M. (1988). Functional aspects of recollective experience. *Memory & Cognition*, 16, 309–313.
- Gardiner, J.M. & Java, R.I. (1993). Recognition memory and awareness: An experiential approach. *European Journal of Cognitive Psychology*, 5, 337–346.
- Gazzaniga, M., Ivry, R. & Mangun, G. (2002). *Cognitive Neuroscience. The Biology of the Mind.* New York: Norton & Company.
- Glisky, E. Rubin, S. & Davidson, P. (2001). Source memory in older adults: An encoding or retrieval problem? *J. Exp. Psychol. Learn. Mem. Cogn.* 27, 1131-1146.
- Gold, J., Hopkins, R. & Squire, L. (2006). Single-item memory, associative memory, and the human hippocampus. *Learning and Memory*, 13, 644-649.
- Gratton, G., Coles, M. & Donchin, E. (1983). A new method for off-line removal of ocular artifact. *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol.* 55, 468–484.
- Guo, C., Duan, L., Li, W. & Paller, K. (2006). Distinguishing source memory and item memory: brain potentials at encoding and retrieval. *Brain Res.* 1118, 142-154.
- Hayama, H., Johnson, J. & Rugg, M. (2008). The relationship between the right frontal old/new ERP effect and post-retrieval monitoring: Specific or non-specific? *Neuropsychologia* 46, 1211–1223.
- Henson, R., Shallice, T. & Dolan, R. (1999). Right prefrontal cortex and episodic memory retrieval: a functional MRI test of the monitoring hypothesis. *Brain.* 122, 1367-1381.
- Herron, J. & Wilding, E. (2005). An electrophysiological investigation of factors facilitating strategic recollection. *J. Cogn. Neurosci.* 17, 777-787.

- Higham, P.A. & Vokey, J.R. (2004). Illusory Recollection and Dual-Process Models of Recognition Memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 57a (4), 714–744.
- International Council of Ophthalmology. (1988). Visual acuity measurement standard. *Ital. J. Ophthalmol.* 1-2, 1-15.
- Ishihara, S. (2003). Tests for colour-blindness. (Handaya, Tokyo: Hongo Harukicho).
- Jacoby, L. (1991). A Process Dissociation Framework: Separating Automatic from Intentional Uses of Memory. *Journal of Memory & Language*, 30, 513-541.
- Johnson, M., Hashtroudi, S. & Lindsay, D. (1993). Source Monitoring. *Psychol. Bull.* 114, 3-28.
- Johnson J. & Rugg M. (2007). Recollection and the reinstatement of encoding-related cortical activity. *Cereb. Cortex* 17, 2507-2515.
- Johnson, R., Barnhardt, J. & Zhu, J. (2004). The Contribution of Executive Processes to Deceptive Responding. *Neuropsychologia*, 42, 878–901.
- Kapur, S., Craik, F.I., Tulving, E., Wilson, A. A., Houle, S. & Brown, G. M. (1994). Neuroanatomical correlates of encoding in episodic memory: levels of processing effect. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 91, 2008-2011.
- Li, J., Morcom, A. & Rugg, M. (2004). The effects of age on the neural correlates of successful episodic retrieval: an ERP study. *Cogn. Affect. Behav. Neurosci.* 4, 279-293.
- Luck, S. & Girelli, M. (2000). Electrophysiological approaches to the study of selective attention in the human brain. En Parasuraman, R. (ed.) *The Attentive Brain*. pp. 71-78. Massachusetts: Bradford Book.
- Luck, S. & Hillyard, S. (1994). Electrophysiological correlates of feature analysis during visual search. *Psychophysiology*, 31:291–308.
- Luck, S., Woodman, G., Vogel, E. (2000). Event-related potential studies of attention. *Trends in Cognitive Sciences*, 4:432–40.
- Lundstrom, B., Petersson, K., Andersson, J., Johansson, M., Fransson, P. & Ingvar, M., (2003). Isolating the retrieval of imagined pictures during episodic memory: activation of the left precuneus and left prefrontal cortex. *NeuroImage* 20, 1934–1943.

- Lundstrom, B., Ingvar, M. & Petersson, K. (2005). The role of precuneus and left inferior frontal cortex during source memory retrieval. *NeuroImage* 27, 824-834.
- Mangun, G. & Hillyard, S. (1991). Modulations of sensory-evoked brain potentials indicate changes in perceptual processing during visual-spatial priming. *The Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 17:1057-74.
- Mazzoni, G. & Vannucci, M. (2007). False memories and the hindsight bias phenomenon. *Soc. Cog.* 25, 203-220.
- McEvoy, L., Smith, M. & Gevins, A., (1998). Dynamic cortical networks of verbal and spatial working memory: Effects of memory load and task practice, *Cereb. Cortex* 8, 563-574.
- Mecklinger, A. (2000). Interfacing mind and brain: a neurocognitive model of recognition memory. *Psychophysiology* 37, 565-582.
- Mecklinger, A., Johansson, M., Parra, M. & Hanslmayr, S. (2007). Source-retrieval requirements influence late ERP and EEG memory effects. *Brain Research*, 1172, 110-123.
- Mecklinger, A., Kramer, A. & Strayer, D. (1992). Event related potentials and EEG components in a semantic memory search task. *Psychophysiology* 29, 104-119.
- Meiser, T. & Bröder, A. (2002). Memory for Multidimensional Source Information. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory & Cognition*, 28 (1), 116-137.
- Meiser, T. & Sattler, C. (2007). Boundaries of the relation between conscious recollection and source memory for perceptual details. *Consciousness and Cognition*, 16, 189-210.
- Meiser, T., Sattler, C. & Weißer, K. (2008). Binding of Multidimensional Context Information as a Distinctive Characteristic of Remember Judgments. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 34 (1), 32-49.
- Nessler, D., Friedman, D. & Bersick, M. (2004). Classic and False Memory Designs: An Electrophysiological Comparison. *Psychophysiology*, 41, 679-687.
- Nolde, S., Johnson, M. & D'Esposito, M. (1998a). Left prefrontal activation during episodic remembering: an event-related fMRI study. *NeuroReport* 9, 3509- 3514.

- Nolde, S., Johnson, M. & Raye, C. (1998b). The role of prefrontal cortex during tests of episodic memory. *Trends Cogn. Sci.* 2, 399–406.
- Otten, L. & Rugg, M. (2001). Electrophysiological correlates of memory encoding are task-dependent. *Cogn. Brain Res.* 12, 11-18.
- Paller, K. (1990). Recall and stem completion priming have different electrophysiological correlates and are modified differentially by directed forgetting. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition.* 16, 1021-1032.
- Pizzagalli, D. (2007). Electroencephalography and high-density electrophysiological source localization. In *Handbook of Psychophysiology*, J. Cacioppo, L. Tassinary & G. Berntson, eds. (New York: Cambridge University Press), pp. 56-84.
- Rains, D. (2001). *Principles of Human Neuropsychology*. Boston: McGraw Hill.
- Ranganath, C. & Paller, K. (1999). Frontal brain activity during episodic and semantic retrieval: insights from event-related potentials. *J. Cogn. Neurosci.* 11, 598–609.
- Ranganath, C., Yonelinas, A.P., Cohena, M., Dyb, C., Tomb, S. & D’Esposito, M. (2003). Dissociable Correlates of Recollection and Familiarity within the Medial Temporal Lobes. *Neuropsychologia*, 42, 2–13.
- Robertson, L. (2003). Binding, spatial attention and perceptual awareness. *Nat. Rev. Neurosci.* 4, 93–102.
- Roediger, H., Gallo, D. & Geraci, L. (2002) Processing approaches to cognition: the impetus from the levels of processing framework. *Memory* 10, 319–332.
- Rubin D. & Greenberg D. (1998). Visual memory-deficit amnesia: a distinct amnesic presentation and etiology. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 95, 5413–5416.
- Rugg, M. (1995). ERP studies of memory. En Rugg, M. & Coles, M. (Eds.). *Electrophysiology of Mind*, pp. 132–170. New York: Oxford University Press.
- Rugg M. (2004). Retrieval processing in human memory: Electrophysiological and fMRI evidence. In *The Cognitive Neurosciences*, M. Gazzaniga, ed. (Cambridge, MA: MIT Press), pp. 727-739.
- Rugg, M. & Curran, T. (2007). Event-related potentials and recognition memory. *Trends Cogn. Sci.* 11, 251-257.

- Rugg, M., Johnson, J., Park, H. & Uncapher, M. (2008). Encoding-retrieval overlap in human episodic memory: A functional neuroimaging perspective. *Prog. Brain Res.* 169, 339-352.
- Rugg, M., Schloerscheidt, A. & 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. & Lindley, D. (1980). Electrophysiological signs of levels of processing: Perceptual analysis and recognition memory. *Psychophysiology* 17, 568-578.
- Senkfor, A., Van Petten, C. & Kutas, M. (2002). Episodic action memory for real objects: An ERP investigation with perform, watch, and imagine action encoding task versus a nonaction encoding task. *J. Cogn. Neurosci.* 14, 402-419.
- Smith, A., Dolan, R. & Rugg, M. (2004). Event-related potential correlates of the retrieval of emotional and nonemotional context. *Journal of Cognitive Neuroscience.* 16 (5), 760-775.
- Snodgrass, J.G. & Corwin, J. (1988). Pragmatics of Measuring Recognition Memory: Applications to Dementia and Amnesia. *Journal of Experimental Psychology: General*, 117 (1), 34-50.
- Speer, N. & Curran, T. (2007). ERP correlates of familiarity and recollection processes in visual associative recognition. *Brain Research*, 1174, 97-109.
- Squire, L. (2004). Memory systems of the brain: A brief history and current perspective. *Neurobiology of Learning and Memory*, 82, 171-177.
- Squire, L. & Zola-Morgan, S. (1996). Structure and function of declarative and nondeclarative memory systems. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 93, 13515-13522.
- Starns, J. J. & Hicks, J. L. (2005). Source dimensions are retrieved independently in multidimensional monitoring tasks. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 31, 1213-1220.
- Trott, C., Friedman, D., Ritter, W. & Fabiani, M. (1997). Item and source memory: differential age effects revealed by event-related potentials. *NeuroReport* 8, 3373-3378.
- Trott, C., Friedman, D., Ritter, W., Fabiani, M. & Snodgrass, J. (1999). Episodic priming and memory for temporal source: Event-related potentials reveal age-related differences in prefrontal functioning. *Psychol. Aging* 14, 390-413.

- Troyer, A. & Craik, F. (2000). The effect of divided attention on memory for items and their context. *Can. J. Exp. Psychol.* 54, 161-171.
- Tsvilís, D., Otten, L. & Rugg, M. (2001). Context effects on the neural correlates of recognition memory: an electrophysiological study. *Neuron* 31, 497-505.
- Tulving, E. (1985). Memory and consciousness. *Canadian Psychology*, 26, 1–12.
- Tulving, E. (2001). Origin of autoevidence in episodic memory. En Roediger, H., Nairne, J., Neath, I. & Surprenant, A. (Eds.), *The Nature of Remembering: Essays in Honor of Robert G. Crowder*, pp. 17-34. Washington: APA.
- Tulving, E. (2002a). Episodic memory: from mind to brain. *Annu. Rev. Psychol.* 53, 1-25.
- Tulving, E. (2002b). Chronesthesia: awareness of subjective time. En Stuss, D. & Knight, R. (Eds.), *Principles of frontal lobe functions*. pp. 311-325. New York: Oxford University Press.
- Tulving, E. & Craik, F.M.I. (2000). *The Oxford Handbook of Memory*. New York: Oxford University Press.
- Uncapher, M., Otten, L. & Rugg, M. (2006). Episodic encoding is more than the sum of its parts: An fMRI investigation of multifunctional contextual encoding. *Neuron* 52, 547–556.
- Uncapher, M. & Rugg, M. (2009). Selecting for memory? The influence of selective attention on the mnemonic binding of contextual information. *J. Neurosci.* 29, 8270-8279.
- Van Petten, C., Senkfor, A. & Newberg, W. (2000). Memory for drawings in location: Spatial source memory and event-related potentials. *Psychophysiology* 37, 551–564.
- Vilberg, K., Moosavi, R. & Rugg, M. (2006). The relationship between electrophysiological correlates of recollection and amount of information retrieved. *Brain Res.* 1122, 161-170.
- Vilberg, K. & Rugg, M. (2007). Dissociation of the neural correlates of recognition memory according to familiarity, recollection, and amount of recollected information. *Neuropsychologia* 45, 2216-2225.
- Vilberg, K. & Rugg, M. (2009). Left parietal cortex is modulated by amount of recollected verbal information. *NeuroReport* 20, 1295-1299.



- Vogt, V. & Bröder, A. (2007). Independent retrieval of source dimensions: An extension of results by Starns & Hicks (2005) and a comment on the ACSIM measure. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 33, 443–450.
- Wickens, T.D. (2002). *Elementary Signal Detection Theory*. New York: Oxford University Press.
- Wilding, E. (1999). Separating retrieval strategies from retrieval success: an event-related potential study of source memory. *Neuropsychologia* 37, 441-454.
- Wilding, E. (2000). In what way does the parietal ERP old/new effect index recollection? *Int. J. Psychophysiol.* 35, 81–87.
- Wilding, E. & Rugg, M. (1996). An event-related potential study of recognition memory with and without retrieval of source. *Brain* 119, 889-905.
- Woodman, G. (2010). A brief introduction to the use of event-related potentials (ERPs) in studies of perception and attention. *Atten. Percept. Psychophys.* 72, 2131-2146.
- Yonelinas, A.P. (2002). The Nature of Recollection and Familiarity: A Review of 30 Years of Research. *Journal of Memory and Language*, 46, 441–517.
- Zimmer, H., Mecklinger, A. & Lindenberger, U. (2006). Levels of binding: types, mechanisms, and functions of binding in remembering. In *Handbook of Binding and Memory: Perspectives From Cognitive Neuroscience*, H. Zimmer, A. Mecklinger, U. Lindenberger, eds. (New York: Oxford University Press), pp. 3–24.
- Zimmer, H. & Ecker, U. (2010). Remembering perceptual features unequally bound in Object and Episodic tokens: Neural mechanisms and their electrophysiological correlates. *Neurosci. Biobehav. Rev.* 34, 1066-1079.

**Apéndice A**  
**CUESTIONARIO**

No. Participante: \_\_\_\_\_

Sexo: \_\_\_\_\_

1.- ¿Cuál de las tareas te resultó más fácil?

---

---

2.- ¿Por qué?

---

---

---

3.- ¿Cuál de las tareas te resultó más difícil?

---

---

4.- ¿Por qué?

---

---

---

5.- ¿Qué estrategia utilizaste en la tarea donde aparecieron éstas imágenes?



---

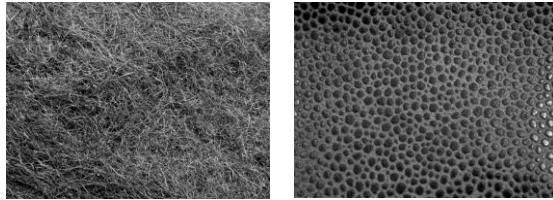
---

---

6.- Ubica el grado de complejidad de la tarea donde aparecieron esas imágenes.

Muy fácil    1    2    3    4    5    6    7    8    9    10    Muy difícil

7.- ¿Qué estrategia utilizaste en la tarea donde aparecieron éstas imágenes?



---

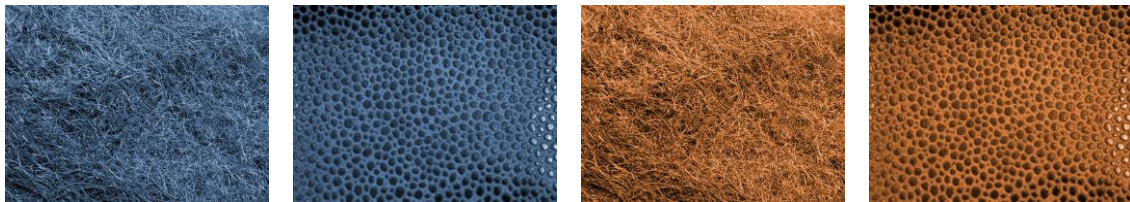
---

---

8.- Ubica el grado de complejidad de la tarea donde aparecieron esas imágenes.

Muy fácil    1    2    3    4    5    6    7    8    9    10    Muy difícil

9.- ¿Qué estrategia utilizaste en la tarea donde aparecieron éstas imágenes?



---

---

---

10.- Ubica el grado de complejidad de la tarea donde aparecieron esas imágenes.

Muy fácil    —    —    —    —    —    —    —    —    —    —    Muy difícil  
                  1    2    3    4    5    6    7    8    9    10

11.- En la tarea de dos contextos, ¿alguno te resultó predominante o más fácil de recordar?

---

---

---