

01965



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE PSICOLOGIA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

MEMORIA A LARGO PLAZO Y POTENCIALES
RELACIONADOS A EVENTOS: CONOCIMIENTOS
ADQUIRIDOS EN FORMA NATURAL

275982

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
LA MAESTRIA EN PSICOBIOLOGIA
P R E S E N T A :
LIC. MA. DE LA CRUZ BERNARDA TELLEZ ALANIS

DIRECTORA DE TESIS: DRA. SELENE CANSINO
MIEMBROS DEL COMITE: DRA. FEGGY OSTROSKY SHEJET
MTRO. FERNANDO VAZQUEZ
DRA. DOLORES RODRIGUEZ
DR. FELIPE CRUZ



MEXICO, D. F.

2000



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

A la Dra. Selene Ortiz por su puntual y valiosa participación en mi formación académica.

A los distinguidos miembros del Comité por sus valiosas observaciones a este trabajo:

Dra. Feggy Ostrosky Shejet

Mtro. Fernando Vázquez

Dra. Dolores Rodríguez

Dr. Felipe Cruz

A la Facultad de Psicología de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, representada por el Psic. Fernando Iturbe Robledo, por su apoyo para la realización de mis estudios de posgrado

A Mónica Nieto y Alejandra Ruiz por su enorme ayuda y apoyo

A todos las personas que de forma colaboradora y voluntaria participaron en este estudio

RECONOCIMIENTOS

A la Dirección General de Intercambio Académico de la UNAM por promover la preparación y superación de los profesores de las Universidades Estatales.

Esta tesis se realizó gracias al apoyo otorgado al proyecto IN303798 del Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica de la Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGAPA) de la UNAM y al proyecto número 27630H del Consejo Nacional para la Ciencia y la Tecnología (CONACYT).

DEDICATORIA

A ti Mamá, Vicky, Lucy, Cucky, Martha, Viole, Tarsi y Fran

A las pequeñas Capullo, Erica, Paulina, Estela, Jimena y Natalia

A Emiliano, René y Enrique

A Lily, Vero y Alfredo

ÍNDICE

Resumen	6
Antecedentes	7
1. Memoria a largo plazo	7
2. Estructuras anatómicas encargadas del procesamiento de la memoria a largo plazo	7
3. Estudios naturalísticos de la memoria a largo plazo	27
4. Memoria a largo plazo y potenciales relacionados a eventos (PREs)	37
4.1 Potenciales relacionados a eventos (PREs)	37
4.2 Estudios de memoria a largo plazo y PREs	40
Planteamiento de problema	51
Objetivos	52
Hipótesis	53
Método	54
1. Estudio piloto	54
1.1. Fase A	54
1.2. Fase B	54
1.3. Fase C	56
1.4. Fase D	59
2. Estudio fisiológico	61
2.1. Sujetos	61
2.2. Estímulos	61
2.3. Procedimiento	62
2.4. Registro	63
2.5. Análisis de datos	65
Resultados	67
1. Resultados Conductuales	67
2. Resultados Fisiológicos	71
Discusión	88
Conclusiones	105
Referencias	107

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue analizar la actividad neurofisiológica registrada a través de potenciales relacionados a eventos (PREs) durante la recuperación de conocimientos en memoria a largo plazo (MLP) almacenados de manera natural. En varios estudios fisiológicos que investigan la MLP se utiliza principalmente el paradigma "estudio-prueba", el cual consiste en aprender series de estímulos para reconocerlos o evocarlos posteriormente en una sesión experimental. En el estudio que aquí se presenta se evaluaron conocimientos que ingresaron al almacén a largo plazo en el transcurso de la vida del sujeto en distintas situaciones y a través de diferentes experiencias. Los estímulos utilizados fueron seleccionados a través de un estudio con una muestra de 200 sujetos con características semejantes a los sujetos que participaron en el estudio fisiológico. La información evaluada consistió en el conocimiento sobre el país al que pertenecen distintas ciudades. Esta información se presentó a través de asociaciones congruentes (la ciudad pertenece al país) o incongruentes (la ciudad no pertenece al país), por lo que un segundo objetivo fue evaluar si estas incongruencias cognoscitivas generan los mismos potenciales que se presentan ante incongruencias semánticas.

Participaron 21 sujetos (10 hombres), diestros, con edad media de 26.3 años y escolaridad media de 16.5 años. La tarea del sujeto consistió en indicar si la asociación presentada era congruente o incongruente y posteriormente, en indicar el nivel de seguridad con el que proporcionó su respuesta (seguro-inseguro) a modo de control sobre el reconocimiento de los estímulos. El análisis de varianza para medidas repetidas (ANOVA) mostró que el componente N400 presentó mayor amplitud y un retardo de latencia ante los ensayos incongruentes. En cambio, en los ensayos congruentes el potencial P300 (600 msec) presentó mayor amplitud. El ANOVA de la ejecución mostró un aumento de amplitud en el componente N400 ante los ensayos incorrectos y el componente P300 presentó mayor amplitud ante las respuestas correctas. El ANOVA según la seguridad reportada por los sujetos indicó que el potencial N400 presentó mayor amplitud ante las respuestas inseguras y una mayor latencia en C4 y F4. La presencia del potencial N400 ante los ensayos incongruentes indica que este componente es sensible a incongruencias cognoscitivas más allá de presentarse exclusivamente en el campo lingüístico semántico. Por otro lado, el aumento de amplitud en el componente P300 en los ensayos correctos es un resultado semejante al obtenido en las pruebas de reconocimiento en las cuales los estímulos reconocidos provocan el mismo efecto en el componente P300 y los estímulos nuevos (no reconocidos) se relacionan a un componente N400 de mayor amplitud.

ANTECEDENTES

1. Memoria a largo plazo

La manifestación de las imágenes de los objetos y de los fenómenos de la realidad, así como de los pensamientos, los sentimientos y los actos, cuando ya sucedieron y no están presentes, es lo que conocemos como Memoria (Smirnov, Leontiev, Rubinshtein y Tieplov, 1960).

La memoria es la capacidad de recordar o evocar objetos, personas e ideas. También se denomina así al almacén donde se guardan todos los conocimientos que las personas poseen y que se han adquirido a lo largo de la vida. La memoria es un proceso psicológico de carácter dinámico y naturaleza selectiva que se conforma a lo largo del desarrollo del individuo. Sin embargo, para que algo se recuerde primero debe grabarse en la memoria, es decir, que se formen determinadas conexiones temporales entre las células nerviosas, puesto que la base fisiológica del recuerdo es la actualización de las conexiones temporales formadas anteriormente (Smirnov *et al.*, 1960).

La memoria no constituye una función unitaria sino que se considera como una conjunción de sistemas que interactúan sirviendo a diferentes tipos de funciones y operando en formas distintas (Baddeley, 1988). Desde el inicio del estudio de la memoria como proceso psicológico se distinguieron sus componentes estructurales.

A finales del siglo pasado, William James diferenciaba a la Memoria primaria, que perduraba un lapso de tiempo muy breve, de la Memoria secundaria. Esta última era definida como un "conocimiento de un estado de ánimo anterior después de que ha quedado ya fuera de la consciencia" (citado en Cofer, 1979 p. 5).

En 1885 Herman Ebbinghaus reportó los resultados de sus experimentos en los que analizaba el número de errores que cometían los sujetos al tratar de recordar un material aprendido previamente. Este investigador estaba interesado en la medición de los procesos mentales y señaló que éstos, por sus características particulares, resultaban difíciles de analizar por medio de la introspección. Ebbinghaus creó un laboratorio para realizar estudios cuantitativos sobre la memoria, para lo cual elaboró sílabas sin sentido: una vocal entre dos consonantes que no formaban una palabra. Con estas sílabas realizó listas que eran aprendidas por los sujetos y posteriormente recordadas. Ebbinghaus evaluó el número de repeticiones necesarias para aprender una lista de estímulos y contabilizó el tiempo requerido para ello, así como también estudió la capacidad de retención de estas listas después de un lapso de tiempo. Este autor encontró que se necesita un menor número de repeticiones para el aprendizaje total de los estímulos después de haber estudiado anteriormente el material, por lo que denominó a este procedimiento método del ahorro. En 1932, Bartlett reportó los resultados de sus estudios en los que utilizó un tipo de material distinto al utilizado por Ebbinghaus: un cuento llamado "La guerra de los fantasmas" (Cofer, 1979).

Los estudios de Ebbinghaus y de Bartlett fueron el modelo a seguir dentro de la investigación sobre la memoria. Actualmente podemos observar que se continúa utilizando la metodología del aprendizaje de estímulos y su recuerdo o reconocimiento posterior. Sin embargo, también existen diversas investigaciones que omiten el paso, tradicionalmente obligado, de aprender estímulos. Cada vez más se utilizan procedimientos distintos para tener acceso a la información que las personas ya poseen. La investigación que aquí se reporta forma parte de este grupo de estudios y concuerda con la idea de que para construir un modelo completo de la memoria es también necesario investigar los conocimientos adquiridos por los individuos a lo largo de la vida y no solo la información aprendida en el laboratorio.

Se han distinguido tres fases distintas en el proceso de la memoria: la codificación, el almacenamiento y la recuperación (Squire, 1987). Desde hace varias décadas los estudios clínicos y conductuales se han interesado por indagar sobre la adquisición de datos (codificación), el recuerdo (recuperación) y el olvido de los mismos (Luria, 1980). La codificación hace referencia a cómo el trazo de memoria se establece y es consolidado, y la recuperación señala cómo se accede y se utiliza la información almacenada. El lenguaje tiene gran importancia tanto para la codificación como para la conservación y recuperación de la información en la memoria. Las palabras permiten que los objetos y los hechos permanezcan en la memoria de manera generalizada debido a que cada una de ellas tiene un significado general conocido por todos los individuos "la palabra es indispensable para transformar los procesos de memoria, de impresiones y recuerdos directos, en una actividad

selectiva, con un fin determinado, complicada y sometida a unas tareas concretas incluyendo distintas operaciones mentales (comparación, clasificación, generalización)" (Smirnov *et al.*, 1960 p. 204).

De forma clásica se ha subdividido a la memoria en tres niveles de acuerdo al tiempo en que la información permanece en la misma: Memoria sensorial, Memoria a corto plazo (MCP) y Memoria a largo plazo (MLP). Loftus y Loftus (1976) definieron tres tipos de almacenes en los cuales la información puede ser retenida sobre un periodo determinado de tiempo: almacén sensorial (1 seg), almacén de la memoria a corto plazo (15 seg) y almacén de la memoria a largo plazo. Ya en el inicio de la década de los 70' s Baddeley y Patterson (1971) hacían observaciones a esta clasificación y mencionan que la distinción de MCP y MLP se refiere a intervalos de retención usados por el investigador y no a mecanismos específicos de la memoria. Posteriormente Baddeley (1988) señaló que el concepto de memoria de trabajo podría suplir el concepto de memoria a corto plazo.

La memoria a largo plazo se refiere a los datos o información que se retienen y quedan grabados en un almacén dinámico a manera de trazos en el cual pueden sufrir algunos cambios o transformaciones (Neisser, 1985). La información que se almacena ingresa a través de cualquier vía sensorial (visión, audición, olfato, etc.) y puede ser cualquier tipo de estímulo (imágenes, lenguaje escrito, lenguaje hablado, conocimiento de lugares, etc.). Las ideas, los pensamientos y otras producciones mentales también son parte del material de la memoria a largo plazo. En condiciones

normales la información puede ser recuperada en cualquier momento del transcurso de la vida de los individuos bajo condiciones propicias.

En lo que respecta a la memoria a largo plazo, los estudios conductuales experimentales se han interesado en la evaluación de la recuperación de información principalmente a través de dos procedimientos: el reconocimiento y el recuerdo libre o evocación. El reconocimiento generalmente se evalúa mediante la presentación de una lista de estímulos, después se deja pasar un lapso de tiempo determinado y se presenta una nueva lista para que el sujeto identifique o reconozca los estímulos antes aprendidos, en esta lista están incluidos los estímulos originales junto con otros nuevos como distractores. Las tareas de reconocimiento se han realizado con múltiples variantes según los objetivos del estudio que se realice: pares asociados, análisis del orden serial original, con interferencias distractoras, etc. En las tareas de recuerdo libre se presenta al sujeto una lista de estímulos que tienen que ser estudiados, posteriormente se deja pasar un tiempo predeterminado, y después se solicita al sujeto que mencione los estímulos que recuerde de manera espontánea. Al igual que en las tareas de reconocimiento, existen variantes para la evaluación del recuerdo libre (para una revisión véase Klatzky, 1980).

El reconocimiento es un proceso que se produce más tempranamente que el recuerdo en el desarrollo del individuo, ya que aparece en los niños alrededor de los seis meses. En cambio, el recuerdo de los objetos que no están a la vista aparece a partir del primer año de vida (Smirnov *et al.*, 1960).

La literatura sobre el estudio experimental de la memoria a largo plazo es muy vasta, sin embargo, es conveniente señalar que la mayoría de las investigaciones han considerado espacios breves de tiempo (minutos, días, semanas, meses) entre el aprendizaje de los estímulos y la evaluación de la memoria. Sin embargo, pocas son las investigaciones que utilizan un intervalo mayor, incluso de varios años, para evaluar la memoria a largo plazo (Bahrick, Bahrick y Wittlinger, 1975). Este tipo de estudios conductuales se interesa por investigar la recuperación de información almacenada a largo plazo, sin embargo, a diferencia de los otros procedimientos experimentales, su objetivo es evaluar aquella información que el sujeto almacenó de manera natural en el transcurso de su historia personal. En estos estudios se han investigado diversos tipos de información como caras de personajes famosos, canciones, distancias y áreas geográficas, fechas, eventos públicos o históricos, etc. (Bahrick *et al.*, 1975; Bahrick y Hall, 1991).

En el almacén de memoria a largo plazo se encuentra información de gran diversidad: todo lo que el individuo sabe de sí y del mundo que le rodea. Una persona adulta no podría llevar a cabo sus actividades normales sin recurrir a la información que contiene su memoria a largo plazo. Según Bower (Ruiz-Vargas, 1991) existen varios tipos de información contenidas en el almacén de MLP: el modelo espacial del mundo circundante (casa, ciudad, país, planeta) a modo de mapa cognitivo; el conocimiento de los objetos; las creencias sobre las personas, sobre sí mismo, los valores y los objetivos sociales; las habilidades motoras, los planes; ~~las habilidades perceptivas para comprender el lenguaje, la pintura o la~~

música. Estos conocimientos pueden no ser utilizados en un momento dado, sin embargo, son potencialmente recuperables en el momento que el individuo lo requiere. "La memoria a largo plazo ha sido considerada como la 'base de datos' en la que se inserta la información a través de la memoria operativa a corto plazo y de la que el procesador o ejecutivo central recupera las respuestas para las continuas cuestiones que se le plantean" (Ruiz-Vargas, 1991. p. 152).

Los contenidos de la memoria a largo plazo permiten que se lleven a cabo actividades como escribir y leer, utilizar el lenguaje oral, conducir, nadar, cosas específicas como que París es la capital de Francia, que el perro es un mamífero, que Shakespeare escribió "Hamlet", así como también recordar nombres, domicilios, hechos, etc.

En 1972, Tulving publicó un artículo donde clasifica a la memoria de acuerdo al tipo de contenidos que se almacenan: Memoria semántica y Memoria episódica. Los contenidos de esta última son eventos, sucesos o episodios, incluyendo recuerdos de objetos que se observaron un día anterior, las cosas que se hacen antes de salir de casa, la información que proporcionó una amigo, etc. La memoria semántica incluye significados conceptuales y su relación: qué es un televisor, un teléfono, etc., estos no son casos o sucesos concretos sino conocimientos de carácter general. Los contenidos de la memoria semántica poseen permanencia y resistencia al olvido por lo que se supone que están almacenados en la memoria a largo plazo, mientras que la memoria a corto plazo debe manejar frecuentemente contenidos episódicos, muchos de los cuales no se retienen por mucho tiempo. Un

gran número de contenidos episódicos se almacenan en la memoria a largo plazo y, de manera inversa, los contenidos semánticos pueden ser traídos a la memoria a corto plazo para su utilización en un momento dado.

La memoria semántica es considerada como un vasto almacén de conocimientos a cerca de los significados de las palabras y sus relaciones (Ruiz-Vargas, 1991). Cuando los sujetos memorizan palabras las agrupan por categorías, es decir, se apoyan en los conocimientos previos que poseen sobre esas palabras en particular, su significado y su organización categórica. Es necesario mencionar que los nombres de ciudades y países, que son los estímulos que se utilizaron en esta investigación, pertenecen a una clase específica dentro de la categoría general de "Nombres propios". Estos nombres están almacenados en la memoria a largo plazo y pudieron haber ingresado a ella como conocimientos generales adquiridos en la escuela, a través de los libros u otro tipo de información (memoria semántica), o como vivencias del sujeto a través de viajes o pláticas (memoria episódica).

A finales de la década de los 80's, Squire (1987) realizó una diferenciación de la memoria a largo plazo de acuerdo a cómo la información es representada en dicho almacén y distinguió entre Memoria Declarativa y Memoria de Procedimientos. La primera incluye el conocimiento y recuperación consciente de información adquirida recientemente, dicha información puede ser enunciada de manera propositiva (esta capacidad se encuentra alterada en los pacientes amnésicos). La segunda, la Memoria de Procedimientos, refleja la adquisición de habilidades motoras u otras

operaciones cognitivas (función que permanece intacta en los pacientes amnésicos) (Baddeley, 1988). Squire también subdividió la memoria declarativa en memoria semántica y memoria episódica (Fig. 1).

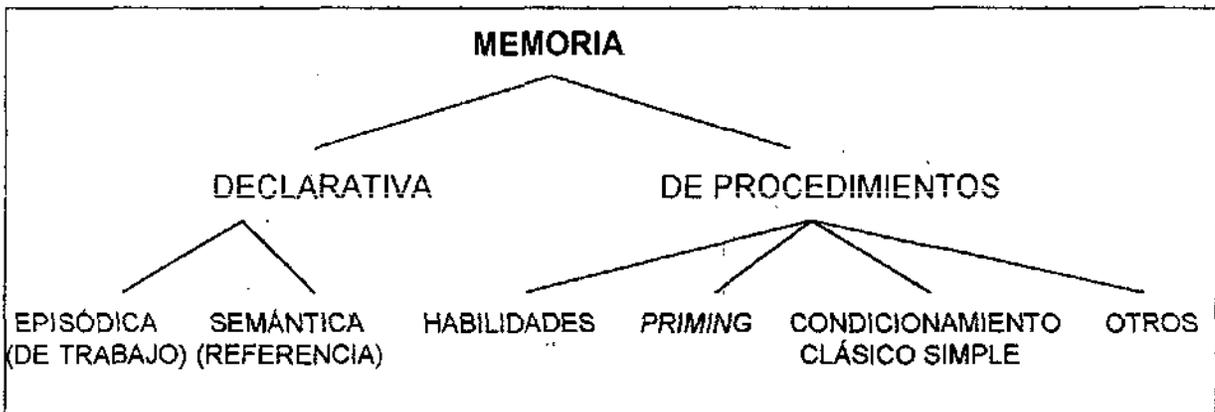


Fig. 1 Una taxonomía tentativa de la memoria. La memoria declarativa incluye lo que puede ser declarado o puesto en mente como una proposición o imagen. La memoria para los procedimientos incluye habilidades motoras, habilidades cognitivas, condicionamiento clásico simple así como también habituación, sensibilización, varios post-efectos perceptuales y otros casos. (Adaptada de Squire, 1987. p. 170)

Para finalizar este apartado me gustaría retomar la idea de Meyer y Schvaneveldt (1991. p. 61) de que "Los psicólogos experimentales han obtenido una gran cantidad de datos acerca del aprendizaje humano y la memoria. Gran parte de

su investigación se ha dedicado a estudiar de qué manera las personas adquieren y retienen la nueva información. En contraste, se ha trabajado poco sobre la forma en que las personas recuerdan los hechos familiares después de utilizarlos continuamente durante muchos años". En la actualidad la situación está cambiando y esto se manifiesta en la utilización de diversas aproximaciones en el estudio de la memoria a largo plazo, como son los estudios naturalísticos sobre los eventos de la vida cotidiana, el reaprendizaje, los estudios ecológicos y muchos otros más.

2. Estructuras anatómicas encargadas del procesamiento de la memoria a largo plazo

Las principales fuentes de información sobre las estructuras anatómicas que intervienen en el proceso de la memoria son dos: los estudios realizados con animales, principalmente ratas y monos, y los datos obtenidos por medio de la evaluación de pacientes con alteraciones en la memoria y daño en el sistema nervioso central. En la última década se han desarrollado avances tecnológicos que proporcionan imágenes cerebrales para estudiar la anatomía y la fisiología de la memoria en personas vivas. Por ejemplo, las Imágenes por Resonancia Magnética (IRM) proporcionan información detallada sobre los daños anatómicos en pacientes con alteraciones de la memoria; y la Tomografía por Emisión Positrónica (TEP) provee imágenes del flujo sanguíneo cerebral o del metabolismo de la glucosa en el cerebro de pacientes y sujetos normales mientras realizan tareas específicas de aprendizaje y memoria, lo cual permite obtener imágenes del funcionamiento cerebral en el momento mismo en que se lleva a cabo el proceso mental.

Según los reportes y revisiones realizadas por Zola-Morgan y Squire (1993), las regiones cerebrales cuyo daño puede causar alteraciones en la memoria declarativa son el lóbulo temporal medial, el diencéfalo y los núcleos basales. Estos autores especifican que dichas estructuras son la base de la memoria declarativa puesto que este tipo de memoria es la que se altera en los pacientes amnésicos. La

memoria declarativa (o explícita) es la capacidad para la recolección consciente de hechos y eventos, en contraposición de la memoria no declarativa (o implícita), que es un conjunto heterogéneo de habilidades no conscientes. Ésta última incluye el aprendizaje de destrezas y hábitos, el *priming* y algunas formas de condicionamiento clásico, y no se altera en los pacientes que sufren de amnesia.

Las estructuras del lóbulo temporal medial que intervienen en la memoria declarativa son el hipocampo (incluyendo el giro dentado y complejo subicular) y las áreas corticales adyacentes que están relacionadas anatómicamente con el hipocampo, especialmente las cortezas entorrinal, perirrinal y parahipocampal (Zola-Morgan y Squire, 1993). Estas estructuras, que son las que resultan dañadas en un tipo de síndrome amnésico, juegan un papel importante en el establecimiento y consolidación de la memoria a largo plazo. Además, sólo intervienen en la memoria declarativa, ya que no son requeridas en la memoria de procedimientos ni en la memoria a corto plazo (Squire, 1987).

El estudio de la participación del hipocampo en la memoria ha tenido gran desarrollo a partir de las investigaciones realizadas por Penfield y Milner a finales de la década de los 50's. Estudios electrofisiológicos subsecuentes de investigadores como Olds, Vinogradova y Thompson aportaron más evidencia sobre la implicación del hipocampo en el aprendizaje y la memoria (Teyler, 1986). A nivel filogenético, el hipocampo es una estructura claramente definida en los mamíferos, mientras que hipocampos menos definidos pueden ser encontrados en los sistemas nerviosos de

anfibios, reptiles y aves. El hipocampo es una estructura bilateral y simétrica con forma parecida a una nuez, comprende dos áreas citoarquitectónicas: el hipocampo propiamente dicho (*cornu ammonis*) y el giro dentado (*fascia dentata*).

Los datos obtenidos en estudios de amnesia retrógrada, originada por daño de estructuras temporales mediales, indican que durante el aprendizaje la región temporal medial establece una relación funcional con los sitios de almacenamiento de la memoria, especialmente con la neocorteza (Squire, 1987). Además, algunos investigadores han reportado que el hipocampo puede presentar un gran cambio sináptico en respuesta a una estimulación breve de alta frecuencia en las vías de entrada, fenómeno denominado potenciación a largo plazo, lo que se ha interpretado como un indicador de la relación entre el hipocampo y la neocorteza (Teyler y DiScenna, 1986).

La potenciación a largo plazo (*Long Term Potentiation*) es un fenómeno que se presenta en el hipocampo y se caracteriza por un incremento estable y de larga duración en la magnitud de la respuesta post-sináptica por efecto de una descarga aferente constante, seguida de una breve estimulación tetánica de las mismas aferencias. La potenciación a largo plazo es un incremento en la eficacia de las sinapsis (en las uniones monosinápticas) y ocurre como resultado de la tetanización de fibras aferentes. Según algunos investigadores (Martínez y Kesner, 1986), es posible que la información almacenada en el sistema nervioso este sustentada en mecanismos tales como la potenciación a largo plazo como parte de un desconocido

y complejo patrón de información. Sin embargo esto apenas es una hipótesis que está siendo estudiada.

Hace más de un siglo, Gudden reportó que una lesión en la línea media del diencefalo provocaba amnesia en humanos (Martínez y Kesner, 1986). Las dos estructuras implicadas en los síndromes amnésicos han sido el núcleo mamilar y el núcleo medio dorsal talámico. Pacientes con lesión en los cuerpos mamilares presentan el síndrome de Korsakoff que se caracteriza por alteraciones en la memoria remota y pérdida de la mayoría de los recuerdos de la vida adulta de los pacientes.

Las estructuras mediales temporales y diencefálicas que son dañadas en la amnesia son componentes del sistema cerebral encargado de la formación de la memoria declarativa a largo plazo. Sin embargo, dicho sistema no es el almacén permanente de la memoria, la memoria más duradera es establecida en otro lugar, según Zola-Morgan y Squire (1993), en la neocorteza, la cual poco a poco comienza a mantener el almacén de la memoria a largo plazo independientemente del lóbulo temporal medial y del diencefalo.

Debido a que la memoria a corto plazo no se daña con la amnesia, se piensa que el sistema neural alterado en los pacientes amnésicos no debe ser requerido para estados tempranos del análisis de la información. En este tipo de pacientes algunos procesos psicológicos no se ven alterados, la atención se dirige y se

mantiene, las percepciones pueden llevarse a cabo y la memoria a corto plazo permanece, todo ello sin la participación del sistema cerebral que incluye el hipocampo y la amígdala (Squire, 1987).

Otro hecho interesante es que el daño que produce la amnesia parece no afectar la generación del componente P300 (Squire, 1987). Este potencial es producido generalmente por un estímulo inesperado (Hillyard y Kutas, 1983) y ha sido relacionado a funciones de memoria. De hecho, un aumento en la amplitud de la P300 predice el éxito en la ejecución subsecuente en pruebas de reconocimiento (Johnson, Pfefferbaum y Kopell, 1985; Neville, Kutas, Chesney y Schmidt, 1986). Los resultados encontrados en los estudios con potenciales relacionados a eventos indican que este componente no refleja la función de la corteza temporal medial, sino que el proceso señalado por el componente P300 podría ser parte de etapas tempranas de la atención y de procesos de memoria a corto plazo. Así, el lóbulo temporal medial tendría un rol en una etapa posterior de procesamiento.

En estudios con registro intracraneal de potenciales relacionados a eventos se han encontrado dos potenciales asociados a procesos de memoria, uno de máxima amplitud alrededor de los 460 mseg (N4-hipocampal) y otro alrededor de los 620 mseg (P3-hipocampal) (Smith, 1993). Heil *et al.* (citado en Smith, 1993), realizaron un estudio de memoria de reconocimiento en el que incluyeron los registros de los potenciales de acción del hipocampo. Esos registros mostraron que el inicio del componente N4-hipocampal es acompañado por un aumento en la tasa de disparo

neuronal. Dicho aumento fue selectivo en ciertas neuronas individuales que mostraron una preferencia por elementos específicos de la prueba lo cual indica, según los investigadores, que el hipocampo ejecuta algún cómputo de un ítem específico durante ese momento. Por el contrario, la activación de neuronas del hipocampo no se presentó al inicio de la P3-hipocampal. Los autores concluyeron que el hipocampo realiza su principal contribución en los juicios de la memoria de reconocimiento dentro del intervalo comprendido entre los 400-500 mseg después del inicio del estímulo. Además, el hipocampo parece estar involucrado en la recuperación de información del pasado reciente.

Los estudios con técnicas localizacionistas por medio de imágenes cerebrales también demuestran que las principales estructuras involucradas en los procesos de memoria a largo plazo son la corteza frontal (Jetter, Poser, Freeman y Markowitsch, 1986), el lóbulo temporal inferior (Andreasen, O'leary, Arndt, Cizadlo, Rezal, Watkins, Boles-Ponto y Hichwa, 1995 a, b), el hipocampo y el tálamo (Kapur, Friston, Young, Frith y Frackowiak, 1995).

La evidencia neurológica sugiere que la recuperación de la memoria a largo plazo depende de una corteza frontal intacta (Jetter *et al.*, 1986), y estudios recientes con TEP demuestran que el acceso a representaciones semánticas almacenadas permanentemente, incrementan la actividad sobre el lóbulo frontal izquierdo (Peterson, Fox, Posner, Mintum y Raichle, 1988).

Algunas investigaciones se han interesado en el estudio de la memoria para los rostros mediante la utilización de técnicas de imagen cerebral. Kapur *et al.* (1995) utilizaron la TEP para examinar los cambios en el flujo sanguíneo cerebral durante el reconocimiento de caras desconocidas mostradas anteriormente y el reconocimiento de caras de políticos famosos. Esta última tarea supone que el conocimiento está almacenado en la memoria a largo plazo sin que exista la necesidad de mostrarlo previamente, de manera similar al procedimiento que se utilizó en la presente tesis. Los resultados que obtuvieron estos investigadores fueron que las regiones hipocampales derechas estaban involucradas en el procesamiento automático de caras (clasificación hombre-mujer), mientras que las regiones del hipocampo izquierdo estaban involucradas en procesos de memoria explícita para reconocer caras.

También empleando la TEP, Andreasen *et al.* (1995 a) midieron el flujo sanguíneo de sujetos mientras realizaban el recuerdo de una narración escuchada una semana antes (narración familiar) y otra historia escuchada 60 seg antes del registro (narración novedosa). El objetivo del estudio fue delimitar la ruta de activación de las estructuras cerebrales ante dos tipos distintos de recuperación de la información: a corto y a largo plazo. Ambos procedimientos activaron estructuras similares: lóbulo frontal, lóbulo temporal inferior, tálamo, giro cingular anterior y regiones cerebelosas. Sin embargo, en el recuerdo de la narración familiar algunas de estas zonas se activaron menos, lo que refleja, sugieren los investigadores, una

eficiencia neuronal debida al conocimiento previo. Posteriormente, estos mismos autores llevaron a cabo el mismo procedimiento con listas de palabras (Andreasen *et al.*, 1995 b), para lo cual los sujetos aprendieron una lista de palabras una semana antes de la sesión experimental y otra lista se les proporcionó 60 seg antes de la adquisición de la TEP, en el momento del estudio se les solicitó que recordaran libremente ambas listas. Los resultados mostraron que se activaron la mismas estructuras que en el estudio anterior: lóbulo frontal, temporal inferior, tálamo, giro cingular anterior y regiones cerebelosas. Estas estructuras cerebrales se activan de manera similar para ambos tipos de recuerdo, a corto y a largo plazo, sin embargo, las principales diferencias que se encontraron fueron la magnitud del área de activación (menor para la narración familiar) y el patrón de activación.

Goldman-Rakic (1993) menciona una serie de estudios realizados de manera similar mediante la obtención de TEP durante la retención mental de listas de palabras recién presentadas. En otro estudio realizado con esta técnica los sujetos tenían que producir un verbo apropiado para acompañar el sustantivo que se les presentaba rápidamente en una tarjeta (Goldman-Rakic, 1993). En los resultados de los estudios mencionados los sujetos presentaron mayor actividad neuronal en la corteza prefrontal mientras realizaban la tarea, lo cual indica la importancia de esta región en actividades que requieren de la participación de la memoria.

Tulving, Kapur, Craik, Moscovitch y Houle (1994) realizaron una revisión de las investigaciones que han utilizado TEP para el estudio de la codificación y recuperación de información en la memoria episódica. Los datos revisados sugieren la presencia de una asimetría en las áreas prefrontales ante la codificación y la recuperación de la memoria episódica. El lóbulo prefrontal izquierdo está más involucrado en la recuperación de información en la memoria semántica y en la codificación de aspectos novedosos de la información de la memoria episódica. En cambio, el lóbulo prefrontal derecho está más relacionado con la recuperación de la memoria episódica.

Goldman-Rakic (1993) llevó a cabo un estudio con monos durante la realización de una tarea de respuesta retardada que requiere la participación de la memoria funcional la cual consiste en la combinación de la consciencia en el momento actual y la extracción instantánea de información almacenada. Los resultados de las autorradiografías cerebrales mostraron que la corteza prefrontal y las zonas con las que posee conexiones (hipocampo, porción basal de la corteza parietal y el tálamo) exhibieron un alto metabolismo. Para esta autora el papel principal del hipocampo es consolidar las nuevas asociaciones, mientras que la corteza prefrontal se ocuparía de extraer la información almacenada a largo plazo "... la corteza prefrontal se divide en múltiples dominios de memoria, cada uno de ellos especializado en codificar un tipo distinto de información, la ubicación y características de los objetos (color, tamaño y forma), el conocimiento semántico y matemático" (Goldman-Rakic, 1993. p. 79).

Gracias al conjunto de información y datos que se han obtenido a través de diversas investigaciones, algunas de las cuales se han mencionado anteriormente, en la actualidad se acepta que las principales estructuras anatómicas que intervienen en la memoria a largo plazo son el lóbulo temporal medial (hipocampo), el diencefalo (núcleo mamilar y medio dorsal del tálamo) y la neocorteza (área prefrontal).

3. Estudios naturalísticos de la memoria a largo plazo

Actualmente se distinguen dos vertientes principales en el estudio de la memoria: la aproximación experimental de laboratorio y la orientación hacia la investigación naturalística de la memoria. Wright (1996) clasificó a las investigaciones sobre memoria de acuerdo a cuatro aspectos. Cada uno de ellos puede combinarse con los otros resultando un total de 48 posibles tipos de investigación (Tabla 1). El cuarto aspecto hace referencia a las investigaciones que emplean el método experimental (con manipulación o selección de las variables) y a las investigaciones que no lo utilizan y que se consideran estudios naturalísticos.

Tabla 1. Clasificación de los diferentes tipos de investigación de la memoria (Adaptada de Wright, 1996, p. 70)

1) ¿En cual etapa del proceso de memoria el investigador está primariamente interesado? (criterio descriptivo)

- los eventos
- los individuos
- las situaciones de recuperación
- la interacción entre estas etapas

2) ¿La investigación es con propósitos de aplicación?

- aplicada
- básica

3) ¿Los materiales utilizados son ecológicamente válidos

- ecológicos
- atípicos

4) ¿La investigación utiliza un procedimiento experimental?

- Experimental: manipulación
 - Experimental: selección
 - Naturalístico
-

Nota del autor. La primera distinción identifica ampliamente donde están los intereses del autor. Los tres últimos aspectos son utilizados frecuentemente para determinar si la investigación es parte del "movimiento de la memoria cotidiana".

La diferencia fundamental entre la aproximación naturalística y la experimental consiste en el tipo de hipótesis que pueden ser evaluadas. Los estudios experimentales exploran procesos causales que pueden ser rechazados o corroborados, en ellos se asigna aleatoriamente a los sujetos dentro de cada uno de los grupos. En los experimentos de manipulación de variables los sujetos se incluyen dentro de diferentes grupos que son tratados en la misma forma excepto por el tratamiento (grupo experimental y grupo control). En los experimentos donde sólo se seleccionan las variables los grupos son expuestos a diferentes estímulos o tratamientos dependiendo de la etapa del experimento.

Las metodologías naturalísticas son aquellas en las cuales el investigador no controla o no puede controlar las variables de la investigación, y no puede asignar sujetos a diferentes condiciones basadas en esas variables. Dentro de otras disciplinas ésta es llamada investigación de campo, de observación, etnográfica, *cuasi* experimental o investigación no experimental.

Según Bahrick (1992), las investigaciones naturalísticas raramente alcanzan los niveles de control que las investigaciones dentro del laboratorio, pero Baddeley (1990) agrega que la riqueza y los aspectos más intrigantes de la memoria humana son difíciles, hasta imposibles, de analizar dentro del laboratorio. En algunos casos los investigadores se interesan en la evaluación de eventos que no pueden ser analizados por medio del método experimental. Los métodos naturalísticos son necesarios cuando los eventos a ser recordados ocurren previamente al inicio de la

investigación. Esto incluye la memoria semántica a muy largo plazo, memorias infantiles tempranas, investigaciones neuropsicológicas que investigan el grado de pérdida la memoria retrógrada en varias demencias, memorias de eventos importantes y muchas otras más. En algunos casos los sujetos son cuestionados por información que es del conocimiento público, como conocimientos que debieron aprender en la educación formal o las fechas de eventos o noticias. Esos estudios están centrados en dos tipos específicos de memoria: memoria semántica y temporal.

Dentro de esta línea de trabajo se encuentra el estudio "naturalístico" de Hyman y Rubin (1990) realizado en la década de los 80's sobre el recuerdo de los títulos y las canciones del famoso grupo "The Beattles" en estudiantes universitarios. Utilizaron dos modalidades: a un grupo se le proporcionó el título de la canción, los estudiantes debían recordarla y escribir todas las líneas que componían la canción, tarea que fue denominada como "Recuerdo"; a otro grupo se le leyó la primera línea de la canción y los sujetos debían proporcionar el título de la misma a lo que llamaron "Recuerdo con claves". En la tarea de "Recuerdo" 38 de los 66 estudiantes que participaron, recordaron 25 melodías de 64 que fueron incluidas en el estudio; se obtuvieron en total 3,378 (21%) líneas recordadas de un total de 16,416. En la tarea de "Recuerdo con claves" se les proporcionó a los sujetos una libreta de 25 páginas con una frase perteneciente a una canción, el estudio se realizó con 704 estudiantes y de un total de 17,248 oportunidades para recordar el título, se obtuvieron 4,356 respuestas correctas (25%). Aunque el porcentaje total de recuerdo no puede

considerarse significativo, se encontró que los errores presentados en el recuerdo fueron imprecisiones que raramente violaban la temática, el ritmo o las características poéticas de la canción, las cuales ocurrían en el momento de la reconstrucción de las líneas.

El recuerdo de eventos públicos también se ha investigado, Brown (1990) realizó tres experimentos sobre el conocimiento de hechos históricos contemporáneos de la sociedad norteamericana, lo interesante en este trabajo, al igual que en los anteriores, es la evaluación de la información que las personas poseen y han adquirido a lo largo de su vida a través de diversas fuentes y modalidades sensoriales (por los medios de comunicación, radio, televisión, periódico, etc.). Se trabajó con 15 estudiantes universitarios a los cuales se les mostraron 32 enunciados sobre eventos públicos sucedidos entre 1978 y 1981 (16 eventos políticos y 16 no políticos) para que estimaran el mes y el año en que acontecieron. Los resultados de un estudio piloto previo indicaron que cada evento poseía una media de conocimiento de 5.3 (eventos políticos) y 5.23 (no políticos) en una escala de 0 (no conocido) al 9 (muy conocido). En los resultados se obtuvo un porcentaje muy bajo de aciertos (8%). Sin embargo, se encontró una fuerte correlación entre las fechas reales de los eventos y las fechas medias estimadas (.83, $p < .001$). Es decir, que aunque las estimaciones no fueron perfectas, sí giraron alrededor de la fecha real de los eventos (aproximación media de 1 año).

El mantenimiento de los conocimientos adquiridos a través de la escuela ha sido evaluado por diversos investigadores educativos y existe gran variedad de estudios de este tipo, tantos como la variedad misma de tópicos que ofrece la educación escolarizada: la conservación del idioma español para personas norteamericanas después de 50 años (Bahrck, 1984), el mantenimiento de conocimientos matemáticos de la escuela elemental (Bahrck y Hall, 1991) y los conocimientos en general de la educación formal (Conway, Cohen y Stanhope 1991).

En una investigación sobre la retención a largo plazo de los conocimientos adquiridos por estudiantes universitarios en sus cursos escolares, Semb, Ellis y Araujo (1993) realizaron varios experimentos y encontraron que los estudiantes recordaban gran parte de lo aprendido en los cursos mediante una evaluación realizada 11 meses después de una primera evaluación. Además, estos autores distinguen entre el aprendizaje obtenido en las prácticas escolares de laboratorio, del cual se encarga la memoria episódica (refleja el almacenamiento de información sobre eventos específicos experimentados personalmente) y el aprendizaje que se da en el salón de clases, el cual subyace gracias a la memoria semántica (refleja el conocimiento general del mundo) (Tulving, 1972, 1984).

Bahrck y Hall (1991) exploraron la retención de los conocimientos matemáticos en el transcurso de la vida de 1,726 individuos, los cuales habían asistido a cursos de álgebra y geometría en la escuela elemental. En los resultados encontraron que los sujetos que asistieron a instituciones de educación superior

presentaron una pérdida mínima de sus conocimientos de álgebra aprendidos en la escuela elemental en el transcurso de hasta 50 años después. En cambio, los sujetos que poseían una ejecución buena en las clases escolares pero que no recibieron cursos matemáticos superiores, redujeron su rendimiento. Estos investigadores concluyen que las diferencias individuales como el talento y los logros predicen los niveles de adquisición y la ejecución de un test de retención, pero que tienen efectos relativamente menores sobre la tasa de decremento en la ejecución con el paso del tiempo.

Cuando los ensayos o repeticiones en la adquisición de un conocimiento se extienden por varios años, los niveles de ejecución se mantienen estables hasta por 50 años aún sin el beneficio adicional de la práctica. Cuando el mismo contenido es adquirido en un breve espacio de tiempo, la ejecución tiende a declinar rápida y continuamente. Por ejemplo, después de 8 años de haber impartido un curso de un semestre, un maestro falla en reconocer las caras y nombres de sus estudiantes; sin embargo, los estudiantes que pasaron la escuela elemental juntos (4 años), reconocen cerca del 90 % de las caras y nombres de sus compañeros 35 años después de su graduación (Barrick *et al.*, 1975). De manera similar un grupo de estudiantes norteamericanos que cursaron un semestre de clases de Español, 3 años después habían perdido casi todo el vocabulario aprendido; en cambio, aquellos estudiantes que tomaron 5 semestres de español lograron obtener un 60% de su calificación original aún 25 años después (Barrick, 1984). Sin embargo, no se puede dejar considerar la posibilidad del efecto de interferencia que puede impedir

que la información se consolide en la memoria a largo plazo.

Los estudios sobre conocimientos escolares muestran una enorme diferencia con aquellos que exploran información diversa como canciones, eventos y datos en general, ya que en estos últimos se asume que los sujetos están expuestos a esa información pero no existe seguridad alguna de que los datos hayan sido registrados o codificados y, por lo tanto, que estén o no dentro de la memoria a largo plazo. En cambio, la investigación de conocimientos adquiridos a través de la escuela evalúa información a la que el individuo estuvo expuesto a través de un programa de temas y objetivos y que, además, debió ser evaluada en el momento de su adquisición dada la índole de la enseñanza escolarizada. Por lo tanto, es comprensible que estos conocimientos obtengan un porcentaje mayor de recuperación a través del tiempo en comparación con la información de los conocimientos no escolarizados.

Lo anterior es importante debido a la naturaleza de los conocimientos que se evaluaron en esta investigación (nombres de países y ciudades y su relación de pertenencia). Se trata de datos que pueden aprenderse dentro de la educación escolarizada desde un nivel inicial (primaria) y/o que pueden ser aprendidos, reaprendidos o reforzados en el transcurso de los siguientes niveles educativos (secundaria, nivel medio superior y nivel superior). Sin embargo, estos conocimientos también pueden ser aprendidos de otras formas y en distintos momentos en el transcurso de la vida de los individuos al igual que las canciones, los hechos históricos, los eventos públicos, los lugares geográficos, etc., y de igual forma

pueden ser actualizados o recuperados del almacén de memoria a largo plazo. Las investigaciones anteriores demuestran la posibilidad de estudiar la recuperación de conocimientos específicos en un grupo particular de individuos, a pesar de las diferencias individuales.

En este trabajo de tesis se presentaron pares de estímulos sobre los cuales había que realizar un juicio de asociación (la ciudad pertenece o no al país). La realización de juicios sobre parejas de estímulos es una tarea que se utiliza en varios experimentos con potenciales relacionados a eventos (Polich, 1985). Sin embargo, las asociaciones están basadas en juicios semánticos, en continuación de series de números o letras que no requieren de una referencia amplia a la memoria a largo plazo por ser conocimientos semánticos de fácil acceso o automatizados. En cambio, en este trabajo se evaluó la recuperación de conocimientos específicos -ciudades y el país al que pertenecen- que fueron almacenados por los individuos en el transcurso de su vida en diversas situaciones. La intención es observar las manifestaciones fisiológicas de la recuperación de datos que fueron almacenados de manera natural, y no dentro de una situación experimental, como lo es el aprendizaje previo de estímulos.

Los estudios conductuales analizados demuestran la posibilidad de realizar una investigación sobre los conocimientos almacenados a largo plazo de manera natural, además, hacen referencia a las características necesarias que se requieren para un procedimiento de tal naturaleza: la evaluación del nivel medio de

conocimiento de los datos a investigar dentro de la población elegida para el estudio, y que la muestra señalada posea características similares de educación y de ambiente cultural y social.

Algunos investigadores mantienen sumo interés por el estudio naturalístico de la memoria a largo plazo, para lo cual utilizan la evaluación de la memoria de los eventos cotidianos como una opción ante los estudios tradicionales de laboratorio que consisten en el aprendizaje de listas de estímulos. Wagner realizó un estudio en 1986 (citado en Koriat y Goldsmith, 1994) donde encontró que la memoria de los eventos de la vida cotidiana fueron recordados en un 96% después de dos años de sucedidos. Este es sólo un ejemplo que muestra la tendencia a buscar opciones en el marco de la investigación de memoria a largo plazo.

Además, varios investigadores señalan la necesidad de buscar nuevas alternativas para el estudio de la memoria a largo plazo, así surgen la evaluación de la memoria cotidiana y la investigación sobre conocimientos específicos (Koriat y Goldsmith, 1994). Estos autores mencionan que principalmente se han investigado dos propiedades de la memoria: la cantidad y la exactitud. La investigación tradicional de la memoria analiza el almacenamiento evaluando el número de elementos que pueden ser recobrados. En cambio, la investigación naturalística, como el estudio de la memoria cotidiana, busca la correspondencia, exactitud o fidelidad de la memoria en la representación de eventos pasados y los reportes mnémicos proporcionan este tipo de información.

Los resultados proporcionados por los estudios naturalísticos muestran la posibilidad de la evaluación de información obtenida a lo largo de la vida, conocimiento que puede estar basado en diversos tipos de fuentes. Sin embargo, no puede dejarse de lado las desigualdades que pueden presentarse en la ejecución de los sujetos debidas a las diferencias individuales, hecho que se intentó controlar al máximo en el presente estudio siguiendo un proceso riguroso para homogeneizar los estímulos y garantizar que sean conocidos por la población estudiada, para ello los estímulos elegidos fueron los que presentaron una frecuencia media de conocimiento en la población estudiada. Asimismo, en cada ensayo se solicitó al sujeto que reportara su nivel de confiabilidad sobre la respuesta dada para identificar aquellos ensayos en que los estímulos eran totalmente desconocidos por los sujetos.

4. Memoria a largo plazo y potenciales relacionados a eventos (PREs)

4.1 Potenciales relacionados a eventos (PREs)

Los Potenciales Relacionados a Eventos (PREs) se obtienen mediante la realización del promedio de las respuestas electrofisiológicas asociadas a un estímulo presentado repetidamente. Este procedimiento se lleva a cabo bajo la premisa de que la actividad eléctrica aleatoria, es decir, la actividad no relacionada al procesamiento del estímulo, promediará un voltaje igual a cero debido a que se trata de actividad no constante. En cambio, los potenciales eléctricos que se observen estarán reflejando directamente el efecto del estímulo sobre el sistema nervioso (Polich, 1993).

Los PREs consisten en una secuencia de ondas que presentan una polaridad positiva o negativa. Las características evaluadas en los PREs son la amplitud y la latencia. La amplitud se refiere al tamaño medio del potencial, reportado en microvoltios (μV), y la latencia es el tiempo, medido en milisegundos (mseg), que tarda el potencial en llegar a su amplitud máxima.

En la década de los años 60's (Polich, 1993) esta técnica se utilizó para obtener información sobre el funcionamiento de las vías sensoriales del sistema

nervioso. Se produjeron diferentes tipos de potenciales sensoriales según las diferentes modalidades evaluadas y el tipo de estímulos presentados; estos potenciales fueron denominados de acuerdo a su polaridad (P-positiva o N-negativa) y a su latencia. Se ha inferido que cada potencial producido es generado por un área cerebral específica, por lo que los neurólogos clínicos han utilizado su función diagnóstica para valorar la integridad de las vías sensoriales. Además, los potenciales sensoriales también se emplearon como una herramienta metodológica para entender la neurofisiología subyacente al procesamiento cognitivo. Dichos potenciales ocurren dentro de los primeros milisegundos posteriores a la presentación del estímulo, por lo que también se denominan "componentes de latencia corta", varían en función de los parámetros físicos de los estímulos, son independientes del estado psicológico y de las demandas de la tarea, e igualmente se han identificado como componentes "exógenos". En la tabla 2 se presentan los principales potenciales sensoriales identificados por Polich (1993) en una revisión teórica.

Los PREs también se han utilizado con el objeto de investigar la relación de las respuestas fisiológicas con los procesos cognitivos. A este tipo de potenciales se les conoce como "potenciales cognitivos", "componentes de latencia larga" o "endógenos", los cuales varían de acuerdo a las demandas de la tarea así como también debido al estado de ánimo del sujeto (Rigall, 1996). En la tabla 3 se presentan los principales componentes de los PREs que han sido asociados a procesos cognitivos.

Tabla 2. Los principales potenciales sensoriales
(Adaptada de Polich, 1993. p. 176).

Modalidad	Rango de Latencia		
	0-10 mseg	10-50 mseg	50-250 mseg
Auditiva			
Nombre	Tallo cerebral	Latencia media	Latencia larga
Ejemplos	Ondas I-VII	No, Po, Na, Pb	N1, P2, N2
Visual			
Nombre	Estímulos <i>flash</i>		Modelo-cambio
Ejemplos	P1, N2, P2		P1(00)
Somática			
Nombre	Somatosensorial		
Ejemplos	P/N13, N19, P22 Velocidad de la conducción		

Tabla 3. Los principales PREs cognitivos
(Adaptada de Polich, 1993. p. 176)

Componente	Evento Cognitivo
N1	Atención selectiva
P2	Procesamiento temprano
N2	Detección del blanco, tiempo de reacción
P3	Actualización de la memoria
N4	Evaluación semántica
RP	Potencial de preparación

Estos potenciales cognitivos se consideran tanto como indicadores de la organización y de la temporalidad de los procesos cerebrales durante la realización de tareas cognitivas. (Coles, 1993).

4.2 Estudios de memoria a largo plazo y PREs

La actividad neuronal durante los procesos cognoscitivos puede monitorearse a través del registro de la actividad eléctrica del cerebro. Esta actividad puede ser registrada en el pericráneo en forma de potenciales relacionados a eventos (PREs) a través de la aplicación de técnicas de promediación de las señales. Según Smith y Halgren (1989) las medidas de este tipo proveen la mejor y más amplia técnica no invasiva disponible para la valoración de la actividad fisiológica que se manifiesta cuando se realizan tareas cognitivas y que frecuentemente ha sido utilizada en el estudio de la atención, el procesamiento del lenguaje y la memoria.

El estudio de los procesos mnémicos a largo plazo a través de los potenciales relacionados a eventos se ha centrado en el recuerdo libre y el reconocimiento de diversos estímulos como listas de palabras (Rugg y Naggy, 1989; Paller, 1990), frases (Neville *et al.*, 1986) y oraciones (Gunter, Jackson y Mulder, 1995). En las tareas de reconocimiento el procedimiento utilizado con mayor frecuencia es el paradigma "estudio-prueba" (*study-test paradigm*) (Murdoch y Dufty, 1972) que es el mismo empleado en los estudios conductuales.

Los estudios de tareas de reconocimiento de palabras utilizando PREs han demostrado que la repetición de un estímulo provoca una amplitud mayor del componente denominado P300 por algunos (Johnson *et al.*, 1985; Bentin, Moscovitch

y Heth, 1992) y P600 por otros (Guillen, N'kaoua, Rougier y Claverie, 1995; Neville *et al.*, 1986). Esta onda positiva es referida usualmente como un efecto de repetición en los PREs. En cambio, los estímulos novedosos evocan mayor amplitud en el potencial N400 (Rugg, 1987; Rugg y Naggy, 1989). Tareas de memoria de reconocimiento de dibujos y caras también producen los componentes N400 y P600, los cuales son modulados por la repetición o no del estímulo (Friedman, 1990).

Johnson *et al.* (1985) utilizaron el paradigma estudio-prueba para investigar los procesos de adquisición (codificación) y los efectos de la memoria de reconocimiento a largo plazo. Para evaluar el reconocimiento los sujetos trabajaron con dos listas de estímulos. En la fase de estudio los sujetos aprendieron 75 palabras y en la fase de prueba se les presentó una lista con las 75 palabras y otras 75 palabras nuevas o distractoras. Después de una pausa de 10 minutos se repitió la tarea con una lista distinta. En lo que respecta al reconocimiento, los investigadores encontraron que la latencia de la P300 (positividad entre los 400 y 800 ms) y los tiempos de reacción decrecieron con la repetición de los estímulos. La amplitud del componente P300 incrementó en todas las palabras repetidas. Además, las palabras que fueron reconocidas de manera consistente elicitaban un potencial P300 de mayor amplitud y menor latencia que las palabras que fueron reconocidas inconsistentemente.

Bentin *et al.* (1992) mencionan que la memoria no puede ser medida directamente pero que puede ser inferida de las diferencias en las respuestas fisiológicas ante estímulos conocidos y ante estímulos nuevos. Estos investigadores realizaron varios experimentos con potenciales relacionados a eventos utilizando tareas de reconocimiento implícitas y explícitas (Schacter, 1987). Los test explícitos requieren de una recolección consciente de los eventos en cuestión, mientras que los test implícitos no requieren de una referencia consciente al pasado, pero activan la memoria por los efectos de la experiencia o por una ejecución subsecuente (Squire, 1987). Bentin *et al.* (1992) realizaron un experimento donde los sujetos llevaron a cabo una tarea de decisión categórica en dos variedades: un grupo realizó la tarea de decisión semántica (animal/objeto) y otro grupo realizó la tarea de decisión léxica (palabra/no palabra). Después de un intermedio de 5 minutos, se inició el test explícito de reconocimiento donde se presentó la lista de palabras de la tarea de clasificación para que los sujetos reconocieran los estímulos como nuevos o repetidos. Cinco minutos más tarde, se repitió la prueba de decisión categórica (semántica o léxica según el grupo) para obtener una medida implícita de la memoria. En la prueba explícita los resultados mostraron que los PREs fueron sensitivos al efecto de repetición de las palabras, ya que la amplitud del componente P300 incrementó más en las palabras conocidas que en las nuevas sin importar si habían sido categorizadas correctamente. En la prueba implícita se obtuvieron resultados semejantes: un componente P300 mayor en las palabras repetidas, lo que indica que este efecto se mantiene constante aún en este tipo de pruebas.

Asimismo, al estudiar los efectos de repetición, Guillen *et al.* (1995) abordaron la cuestión de la delimitación anatómica de las zonas que intervienen en la modulación o generación de los componentes N400 y P600. Los investigadores registraron los PREs intracraneales en zonas laterales y mediales de los lóbulos temporales, lóbulos frontales, lóbulos parietales y áreas occipitales cuando los sujetos realizaban una tarea de memoria de reconocimiento de dibujos. La tarea consistió en presentar 40 dibujos nuevos y 40 repetidos (estudiados previamente), posteriormente se mostraron otros dos bloques con el mismo procedimiento, los sujetos tenían que identificar los dibujos "nuevos" y los "repetidos". Los investigadores encontraron en varias estructuras temporales, frontales y parietales, componentes de los PREs dentro del rango de los componentes N400 y P600 registrados en tareas de reconocimiento con electrodos de superficie.

Smith, Stapleton y Halgren (1986) reportaron que en la realización de pruebas de memoria de reconocimiento se presentaron PREs de gran amplitud generados en el hipocampo. Dichos componentes fueron sensibles a los estímulos mostrados previamente y presentan un curso similar a los PREs epicraneales: inician cerca de los 300 mseg y perdura por otros cientos de mseg. Según Smith (1993), existen dos componentes evocados de la memoria, uno de máxima amplitud alrededor de los 460 mseg y otro alrededor de los 620 mseg. El primero es sensitivo a los mismos tipos de variables que el potencial epicraneal N400 y se conoce como N4-hipocampal. El componente posterior parece ser similar al potencial P300 llamado P3-hipocampal.

Los hallazgos encontrados en los estudios de reconocimiento se han mantenido constantes y muestran la presencia de un componente complejo negativo-positivo que ocurre normalmente entre los 400 y 600 mseg postestímulo (N400 y P600). El componente P600 aparece cuando se reconoce una palabra que anteriormente se ha visto; la negatividad se presenta alrededor de los 400 mseg ante palabras nuevas y frases incongruentes porque se está violando la preparación (*priming*) del contexto.

Si se consideran los estudios de reconocimiento mediante PREs como un antecedente, ya que no existen estudios que exploren información almacenada en forma natural como se propone en el presente estudio, es posible que se observe un componente P300 (alrededor de los 600 mseg) ante la identificación de una asociación correcta y un potencial N400 ante una asociación incorrecta; sin olvidar que se trata de una tarea diferente que presenta otros requerimientos y que puede proporcionar datos distintos.

Existen otros experimentos con potenciales relacionados a eventos que utilizan la memoria para poder realizar la tarea indicada, entre estos se encuentran las tareas de clasificación, lectura de oraciones y presentación de sinónimos y antónimos.

Neville *et al.* (1986) llevaron a cabo un estudio donde los sujetos realizaron una tarea de clasificación y después una tarea de reconocimiento. En la primera tarea se presentaron 40 frases con una palabra final que podía ser congruente (50%) o incongruente (50%) con el sentido de la oración (Congruente: *Un tipo de insecto. Hormiga*; Incongruente: *Un tipo de deporte. Gato*), los sujetos tenían que indicar que tipo de frase era. Un minuto después de finalizar la tarea se iniciaba la fase de reconocimiento en la que se presentaron 80 palabras, el sujeto tenía que identificar las palabras finales de la tarea de clasificación realizada previamente. En la tarea de clasificación las palabras congruentes a la frase provocaron mayor amplitud del componente N410 presente en la zona temporal anterior izquierda. Debido a la distribución anterior izquierda de este componente, los autores lo relacionaron con la activación de los procesos concernientes a la recodificación fonológica o gramatical del lenguaje verbal. Las palabras incongruentes produjeron una onda negativa entre los 380 y 580 msec de distribución posterior y predominante en el hemisferio derecho, este componente es similar al reportado por Kutas y Hillyard (1980) que está relacionado con la violación al contexto semántico (N400). En la tarea de reconocimiento las palabras correctamente identificadas como repetidas provocaron mayor amplitud de un componente positivo tardío (*Late positive component*) denominado P650 predominante en zonas parietales izquierdas.

Polich (1985) realizó una comparación de pruebas de lectura de oraciones y de clasificación semántica con el objetivo de clarificar la relación entre los

componentes N400 y P300. En ambas pruebas se presentó la N400 de características similares a la de Kutas y Hillyard (1980). Cuando se requería un juicio explícito a cerca de la oración o de la clasificación se presentaba este componente seguido por una amplia P300. Este autor concluye sugiriendo que los componentes negativos podrían ser interpretados como una N200 (Bentin, McCarthy y Wood, 1985; Polich, Vanasse y Donchin, 1981) generada por juicios semánticos.

Varias investigaciones dirigidas por Fischler han estudiado la memoria a largo plazo a través del registro de PREs en la verificación de oraciones (Fischler, Bloom, Childers, Roucos y Perry, 1983; Fischler, Bloom, Childers, Arroyo y Perry, 1984). Las oraciones utilizadas por los investigadores eran afirmativas o negativas y podían ser falsas o verdaderas ("A *sparrow / is not / a vehicle*"). Los autores realizaron un análisis en base a los tipos de oraciones presentadas (verdaderas-afirmativas, verdaderas-negativas, falsas-afirmativas y falsas negativas) y encontraron que las oraciones falsas afirmativas producían potenciales negativos mayores (250-450 mseg) que las frases verdaderas afirmativas. Por otro lado, las oraciones verdaderas negativas también presentaron un potencial negativo. Ambos tipos de oraciones, falsas afirmativas y verdaderas negativas, presentan una incongruencia entre el sujeto y el objeto, por lo cual los autores mencionan que el potencial negativo, similar al de Kutas y Hillyard (1980), se relaciona con una incongruencia semántica en un estado preliminar de la verificación de la oración más con que la certidumbre o falsedad en general.

En otro experimento, Fischler *et al.* (1984) solicitaron la evaluación de oraciones ciertas o falsas que portaba información personal de los mismos sujetos. Las terminaciones falsas produjeron un componente N340 de mayor amplitud que las frases verdaderas, mayor en los electrodos centrales que en los frontales. Estas diferencias fueron más evidentes cuando se trataba de afirmaciones familiares ("Mi nombre es . . .") que para aquellas no tan familiares ("Me acuesto tarde"). Según los autores, este componente negativo puede estar asociado con la discrepancia entre la información presentada y la información recordada, y la amplitud del mismo puede estar reflejando la familiaridad o la intensidad de la información recordada. Otros estudios (Neville, Kutas y Schmidt, 1982; Stuss, Sarazin, Leech y Picton, 1983) con pruebas de procesamiento de palabras sugieren que una variedad de situaciones pueden producir una negatividad tardía asociada con palabras inapropiadas o fuera de contexto.

Rösler, Heil y Glowalla (1993) utilizaron el paradigma FAN (*Fan-effect paradigm*) de Anderson (1974) para monitorear los potenciales lentos relacionados a la recuperación de información de la memoria a largo plazo. Ellos encontraron que ondas negativas lentas frontales pueden estar asociadas a procesos de recuperación en la memoria a largo plazo. El paradigma FAN (abanico), denominado así porque evoca una estructura asociativa parecida a un abanico en la memoria a largo plazo, consiste en aprender un número de listas donde una palabra puede pertenecer a una lista, a dos o tres listas. Si un elemento en particular sólo aparece en una lista, entonces está asociado con el número de elementos pertenecientes a un listado $1/n$

(Fan 1), si un elemento aparece en dos listas, está asociado con la n de ambas listas, es decir, con $2n$ (Fan 2), y si aparece en tres listas, estará asociado con $3n$ (Fan 3). El resultado fundamental de Anderson (1974) fue que el tiempo necesario para decidir sobre la relación de dos elementos aprendidos incrementaba si el número de asociaciones entre los elementos era mayor.

Rösler *et al.* (1993) utilizaron una modificación del paradigma Fan que consistió en la presentación de una lista de sustantivos organizados en un total de 18 categorías, cada una de ellas contenía tres pares de conceptos. Cada par estaba constituido por un concepto general y otro específico (*deportes-balompié*), algunos pares se presentaron sólo una vez en toda la lista (Fan 1), otros dos veces (Fan 2) y el resto tres veces (Fan 3). Todos los estímulos fueron aprendidos por los sujetos durante una sesión de estudio un día antes de la sesión experimental en un 100 %. En la sesión experimental se presentaron los pares de estímulos y el sujeto tenía que indicar si había aprendido una lista en la cual ambos conceptos aparecieran juntos contestando si o no. Los investigadores obtuvieron en todas las condiciones de recuerdo un potencial lento negativo sobre la corteza frontal izquierda. La amplitud de una onda negativa de distribución bilateral frontal incrementó ante los pares que se repetían en tres categorías. También se presentó otra onda lenta negativa con pico bilateral en áreas parietales, la amplitud de este componente varía en función del tipo de concepto que era recordado: fue mayor ante conceptos generales (nombres de categorías) y menor ante conceptos específicos (ejemplares de la categoría).

Heil, Rösler y Hennighausen (1997) realizaron un análisis de los potenciales lentos generados ante el recuerdo de dibujos asociados por dos tipos de mediadores: verbales (palabras) y espaciales (puntos en una rejilla). La topografía de los PREs lentos, 1 a 4 seg después de la presentación del estímulo, indicó que el potencial máximo relacionado a la información espacial fue encontrado sobre la corteza parietal, y en la corteza frontal izquierda para la tarea verbal. La amplitud se incrementó cuando más asociaciones tenían que ser recuperadas (paradigma FAN). Según estos investigadores, estos resultados son compatibles con la idea de que las representaciones en la memoria son reactivadas en redes de células corticales especializadas en códigos específicos.

Estudios adicionales realizados por Creutzfeldt (citado en Rösler *et al.*, 1993) sugieren que este tipo de ondas lentas tiene un origen cortical: las ondas negativas podrían ser la manifestación de potenciales postsinápticos sincronizados excitatorios en las capas corticales superiores, provocadas por una depolarización de las dendritas apicales, y las ondas positivas indicarían un proceso contrario, menos potenciales postsinápticos sincronizados excitatorios y posiblemente una hiperpolarización de las dendritas apicales. Bauer y Nirnberger (1981) mencionan que se han encontrado correlaciones positivas entre el incremento de la tasa de descargas neuronales y la aparición de potenciales lentos negativos, mientras que la positividad cortical ha sido asociada con la reducción del disparo neuronal.

Los datos obtenidos por las investigaciones realizadas desde hace varios años demuestran que los potenciales relacionados a eventos son sensibles a las tareas de almacenamiento y recuperación de la memoria a largo plazo. Hasta el momento existen resultados consistentes que se presentan en varios estudios. Esta tesis tiene por objetivo explorar los potenciales relacionados a eventos que se asocian a la recuperación de información almacenada a largo plazo sobre nombres de países y ciudades asociados correcta e incorrectamente.

Los estudios previos de memoria a largo plazo con potenciales relacionados a eventos no han utilizado este tipo de procedimiento. Sin embargo, existen algunas tareas que requieren de información general almacenada en la memoria para ser resueltas (Rösler *et al.*, 1993) que representan una referencia y punto de comparación importante con el presente estudio.

La realización de una tarea de reconocimiento de asociaciones correctas o incorrectas, puede mostrar el acceso a conocimientos adquiridos natural o cotidianamente, y el registro de los potenciales relacionados a eventos y su descripción se presenta como un medio para obtener datos e información que puede ser comparada con los estudios previos que utilizan métodos tradicionales. Así, la conjunción de los procedimientos conductuales con técnicas psicofisiológicas, como lo son los potenciales relacionados a eventos, puede proporcionar nuevos datos sobre el acceso a la memoria a largo plazo.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El estudio neurofisiológico de la memoria a largo plazo se ha realizado principalmente a través del paradigma "estudio-prueba" en el cual existe una fase de aprendizaje de los estímulos que posteriormente se deben reconocer o evocar. En este paradigma la información que se evalúa es de carácter artificial ya que el sujeto tiene que aprenderla por requerimiento del investigador y para uso exclusivo del experimento. Por tanto, el cuestionamiento sobre los conocimientos que posee el sujeto y que ha adquirido a lo largo de su vida se propuso como un procedimiento adecuado para investigar la memoria a largo plazo, ya que se investiga información con la que cuenta el sujeto antes de realizar el experimento. La evaluación del reconocimiento de una incongruencia cognoscitiva entre dos estímulos (cuando la ciudad no pertenece al país) se utiliza para investigar cuáles son las respuestas neurofisiológicas ante el reconocimiento de información almacenada a largo plazo. Así como, investigar si esta información incongruente genera el componente N400 como sucede con incongruencias de tipo semántico.

OBJETIVOS

Objetivo general: describir los potenciales relacionados a eventos producidos cuando el sujeto identifica asociaciones congruentes o incongruentes sobre los conocimientos almacenados en la memoria a largo plazo y que fueron adquiridos a lo largo de la vida de los sujetos.

Objetivos específicos:

-Describir las características de los potenciales obtenidos (latencia, amplitud y topografía) según el tipo de ensayo, la ejecución del sujeto, la ejecución del sujeto en función del tipo de estímulo (congruente, incongruente) y el nivel de seguridad.

-Determinar la presencia del componente N400 en la identificación de una asociación incorrecta, lo cual mostraría que este componente aparece ante incongruencias cognitivas generales más allá de las violaciones semánticas, fonológicas, ortográficas y melódicas.

HIPÓTESIS

A partir de los estudios revisados la hipótesis que se plantea es que ante asociaciones congruentes de pares país-ciudad se presenta el componente P300 (400-800 mseg) ya que se cumple la expectativa del sujeto, y ante asociaciones incorrectas de los estímulos, se observa el componente N400 debido a la incongruencia cognoscitiva.

La presencia o ausencia de los componentes P300 o N400 puede estar determinada por los conocimientos del sujeto. Si el sujeto desconoce que se trata de una asociación incorrecta, por lo que la considera como correcta, entonces no se espera la presencia del componente N400. Con el fin de mantener un control en los ensayos en que pueda producirse este fenómeno, el sujeto proporcionó su nivel de seguridad después de contestar cada ensayo y de esta forma se analizaron los efectos de esta variable sobre la actividad fisiológica y se determinó si afecta o no los potenciales relacionados a eventos.

MÉTODO

1. ESTUDIO PILOTO

La selección de los estímulos que se utilizaron en el estudio fisiológico se llevó a cabo a través de un estudio piloto que constó de cuatro fases.

1.1 FASE A

Se elaboró una lista de 2,382 nombres (196 países y 2,186 ciudades principales) de todo el mundo a través de la consulta a varias fuentes: la Encyclopædia Britannica (1979), la Enciclopedia Groelier y el Atlas del Mundo (Aguilar, 1995). Estos nombres fueron sometidos a un procedimiento de análisis donde 5 jueces señalaron aquellos países y ciudades que identificaban como conocidos. Se obtuvieron un total de 372 nombres (107 países y 265 ciudades) los cuales pasaron a la siguiente fase de análisis. El nombre de "México" no se incluyó en la siguiente fase de análisis debido a su alta frecuencia y familiaridad en comparación con los demás estímulos.

1.2 FASE B

El objetivo de esta fase fue obtener la frecuencia de uso de cada nombre de país y ciudad para seleccionar aquellos que son conocidos comúnmente y que fueron utilizados en el estudio fisiológico. Este análisis retomó las consideraciones de Snodgrass y Vanderwart (1980) para la estandarización de un grupo de dibujos a través de la medida subjetiva de la frecuencia de uso.

En la resolución de cada cuestionario participaron 200 sujetos, hombres y mujeres (edad media = 21.2 años) que se encontraban realizando estudios universitarios en varias facultades y universidades de la ciudad de México. La muestra presentó un promedio de 13.7 años de estudio.

Se elaboraron dos cuestionarios (200 y 172 estímulos sucesivamente) donde se preguntó cuál era la frecuencia con la que usaban los nombres de países y ciudades mencionados. La frecuencia se definió como "las veces en que se utilizan las palabras para hablar, leer, escribir o cuando éstas se escuchan", y se calificó según una escala tipo Likert de cinco posibilidades: nunca, poco frecuente, frecuente, muy frecuente y siempre, las cuales corresponden a una calificación del 1 al 5.

Los cuestionarios se aplicaron dentro de los salones de clases de manera grupal, los sujetos indicaron el nivel de frecuencia de uso (1 al 5) de cada uno de los nombres presentados.

Para cada uno de los nombres se calculó la media y desviación estándar. Se obtuvieron 326 estímulos con una media mayor a 1.5 (frecuencia media = 2.5, DE = 0.6). Ningún estímulo alcanzó un promedio mayor a 4.5. Se excluyeron los países y ciudades que calificaron en el extremo inferior (nunca utilizado 1).

1.3 FASE C

El objetivo de esta fase fue conocer la ejecución media de una muestra de sujetos en la resolución de un cuestionario en el que se presentaron todas las asociaciones propuestas para el estudio fisiológico, con el fin de valorar si los estímulos presentaban un reconocimiento arriba del 50%.

Participaron 200 sujetos (100 hombres y 100 mujeres) con edad media de 22.7 años, estudiantes de nivel universitario de varias facultades e instituciones del Distrito Federal con escolaridad media de 14.2 años de estudio (DE= 1.6).

Se elaboró un cuestionario con 180 pares de asociaciones país-ciudad, el 50% de los pares estaban asociados de manera congruente y el resto incongruentemente. La constitución de las pares incongruentes se realizó con estímulos que pertenecían al mismo idioma para evitar que la disonancia idiomática fuera una clave para resolver la asociación, los pares de estímulos se conformaron mediante un proceso aleatorio. Las asociaciones se presentaron de manera impresa con los estímulos juntos delimitados por una diagonal invertida, escritos en letras mayúsculas, sin acentos, primero el país y después la ciudad (FRANCIA\PARIS). Los estímulos se presentaron de esta forma para igualar las condiciones en que fueron utilizados en el estudio fisiológico.

Los cuestionarios se aplicaron dentro de los salones de clases de manera grupal, los sujetos señalaron si la asociación presentada era congruente (la ciudad pertenece al país) o incongruente (la ciudad no pertenece al país), posteriormente indicaron el nivel de seguridad con el que proporcionaron su respuesta: 1) completamente seguro (reconoce totalmente una asociación como correcta o incorrecta), 2) inseguro (reconoce los nombres pero no está seguro de la asociación), y 3) completamente inseguro (no reconoce los nombres o no identifica la asociación). En el cuestionario se indicaron cuidadosamente las instrucciones.

En la Tabla 4 se presenta la media del porcentaje de respuestas correctas e incorrectas. En la Tabla 5 aparece la media del porcentaje de respuestas correctas cuando la asociación es congruente (rechazo acertado), de respuestas incorrectas cuando la asociación es congruente (falsa alarma), de respuestas correctas cuando la asociación es incongruente (éxito) y de respuestas incorrectas cuando la asociación es incongruente (error).

Tabla 4. Media de los porcentajes de la ejecución de los sujetos

	Correctas	Incorrectas	No respuestas
Media	72.11	26.31	1.56
DE	17.5	16.9	1.29

Tabla 5. Media de los porcentajes de la ejecución según el tipo de ensayo

	Rechazos Acertados	Falsas Alarmas	Éxitos	Errores
Media	35.45	13.78	12.51	36.66
DE	10.17	9.73	6.95	7.07

Se observa que la ejecución correcta estuvo por arriba del 70 % lo cual determinó que los estímulos analizados en esta fase conductual fueran incluidos en el estudio fisiológico. Además se calculó la moda de los niveles de seguridad reportados por los sujetos ante cada par de estímulos y se obtuvieron 150 asociaciones con calificación 1 (seguro), 27 con 2 (inseguro) y sólo tres con calificación 3 (totalmente inseguro). Debido al bajo número de ensayos calificados con total inseguridad se decidió que para el análisis estadístico la calificación 2 y 3 se sumaran y conformaran un solo grupo denominado "inseguro". Lo anterior se realizó con el objetivo de poder analizar las respuestas fisiológicas cuando los sujetos están inseguros de su respuesta en comparación a cuando se encuentran seguros de la misma.

1.4 FASE D

En esta fase del estudio se definieron los tiempos de presentación de los estímulos así como las características físicas (tamaño, brillantez, contraste y duración) adecuadas que permitieron un nivel óptimo de desempeño en los sujetos. También se evaluó el programa de presentación de estímulos y de captura de los datos conductuales en términos de exactitud temporal.

Participaron 5 sujetos (2 hombres y 3 mujeres), diestros, con una edad media de 25.2 años, estudiantes universitarios con una escolaridad media de 16.7 años de estudio, con el idioma español como lengua materna y sin problemas de visión o con visión corregida a lo normal.

Se presentaron 180 asociaciones, cada ensayo consistió en la presentación del nombre del país (E1), seguido por el nombre de la ciudad (E2), ambos presentados por 300 mseg. El sujeto oprimía el botón 1 si el par de estímulos estaba asociado correctamente y el botón 2 si la asociación era incorrecta. Inmediatamente después, oprimía uno de tres botones de la caja de respuestas para indicar el nivel de confiabilidad con que proporcionó su respuesta: 1) completamente seguro, 2) inseguro y 3) completamente inseguro.

La ejecución correcta alcanzó un porcentaje medio del 75.55 %, las respuestas incorrectas un 25.88 % y las no respuestas el 3.55%. El tiempo de reacción medio de las respuestas correctas fue 1,481 mseg y de las incorrectas fue de 1,647 mseg. Con estos datos se determinó que el tiempo de presentación de los estímulos era adecuado y que el tiempo destinado para que el sujeto proporcionara la respuesta era suficiente. Además, este análisis mostró que los sujetos presentaban muchos errores al inicio de la tarea por lo que se decidió incluir 10 ensayos de entrenamiento al comenzar para que los sujetos se adaptaran a la rutina de presentación y al modo de proporcionar la respuesta.

2. ESTUDIO FISIOLÓGICO

2.1 SUJETOS

Participaron 24 sujetos, se excluyeron 3 por contaminación de movimientos oculares, restando 10 hombres y 11 mujeres (edad media 26.3, rango 19-35), diestros, con el idioma español como lengua materna, sin problemas de visión o con visión corregida a lo normal. Los sujetos participaron de forma voluntaria en el experimento y presentaron una media de 16.5 años de estudio (rango 13-20).

2.2 ESTÍMULOS

Los estímulos fueron nombres de países y ciudades escritos tal como se les conoce en México y se seleccionaron según los resultados del estudio piloto. Los estímulos fueron un total de 80 países y 180 ciudades, el máximo de repeticiones por país fue de 8 y las ciudades no se repitieron en ninguna ocasión, la media de letras por estímulo fue de 7 ($DE=2$). Los estímulos estaban escritos en letras mayúsculas, sin acentos, en color blanco sobre un fondo oscuro con un contraste moderado; se mostraron en el centro de la pantalla con un ángulo visual vertical de 0.5° , y un ángulo horizontal entre 1.5° y 6.0° dependiendo de la extensión del nombre. Los estímulos fueron proyectados en una pantalla de 17 pulgadas en una computadora PC compatible.

2.3 PROCEDIMIENTO

El sujeto se sentó frente la pantalla y colocó sus dedos anular e índice de la mano dominante (derecha) sobre los botones de la caja de respuesta. La pantalla se colocó a 1.2 m de distancia del sujeto. Se presentaron 180 ensayos experimentales y 10 al inicio de entrenamiento. Cada ensayo consistió en la presentación de un punto de fijación (círculo blanco) por 2 seg seguido por un espacio en blanco de 500 mseg. Al término de este lapso se presentaron los estímulos E1 (nombre del país) y E2 (nombre de la ciudad) durante 300 mseg cada uno y con un intervalo interestímulo de 500 mseg (Fig. 2).

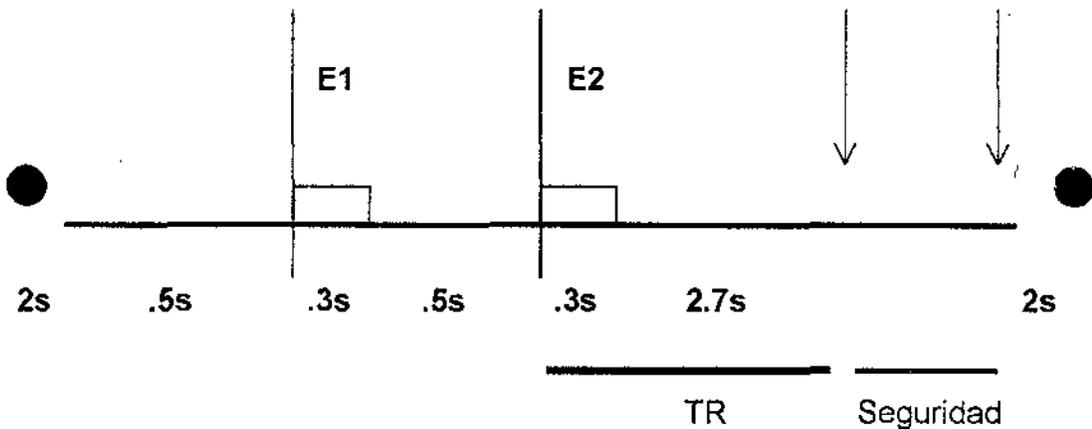


Fig. 2 Se indica el tiempo de presentación de los estímulos (300ms) donde E1 es el nombre del país y E2 es el nombre de la ciudad, entre ellos hay un espacio interestímulo de 500ms. El sujeto cuenta con 3 seg como límite para dar su respuesta a partir del inicio de E2, posteriormente el sujeto indica el nivel de seguridad. El círculo negro es el punto de fijación que indica la presencia de un nuevo ensayo.

El sujeto contó con un lapso de 2700 mseg después de terminar la presentación de E2 para dar su respuesta presionando el botón uno si la asociación era congruente y el botón 2 si la asociación era incongruente.

Inmediatamente después proporcionó su nivel de seguridad sobre la respuesta dada: 1)completamente seguro, 2)inseguro o 3)completamente inseguro. El intervalo entre ensayos fue de dos seg. Al terminar los primeros 100 ensayos el sujeto contó con una pausa de descanso. Los experimentos se llevaron a cabo bajo el control del software Micro Experimental Laboratory (MEL v. 2.0).

2.4 REGISTRO

Se colocaron 12 electrodos de oro Grass para el registro electroencefalográfico (EEG) en las derivaciones FZ, CZ, PZ y OZ sobre la línea media del pericráneo y F3, C3, T3, P3, F4, C4, T4, y P4 como derivaciones laterales (Sistema Internacional 10-20), con referencia auricular (A1 y A2). Un electrodo se colocó en la frente como tierra. El electrooculograma (EOG) se registró bipolarmente a través de electrodos colocados en la porción lateral del ojo derecho (movimientos horizontales) y supraorbital del ojo izquierdo (movimientos verticales) (EOG). La impedancia de todos los electrodos fue menor a 5 k Ω .

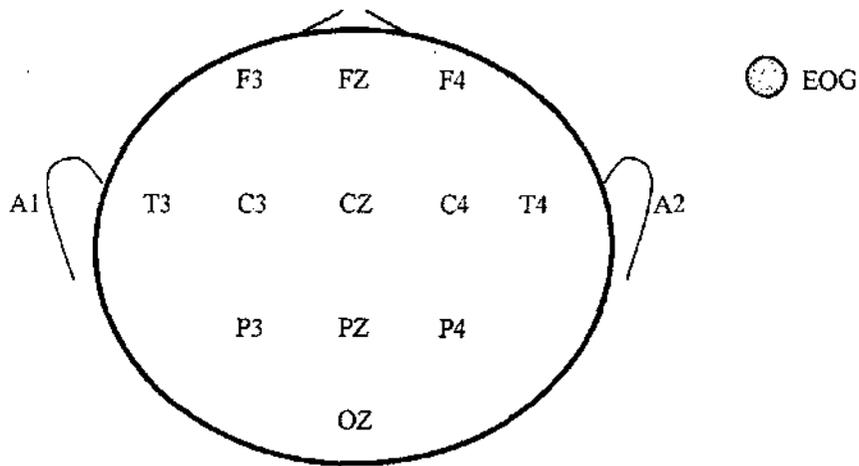


Fig. 3 La figura muestra las derivaciones corticales donde se colocaron los electrodos según el sistema 10-20, las referencias auriculares y el electrooculograma (EOG).

El EEG y el EOG se registró con una banda de 0.1 a 30 Hz, a una tasa de muestro de 256 Hz. Las épocas tuvieron una duración de 4000 mseg e iniciaron 200 mseg antes de la presentación de E1. La señal del EEG fue amplificada 20,000 veces y el EOG 10,000 veces mediante un amplificador Grass modelo 12. Las señales se adquirieron mediante el software NeuroScan.

2.5 ANÁLISIS DE DATOS

Los registros se inspeccionaron visualmente y se excluyeron aquellos ensayos que presentaron contaminación por artefactos y movimientos oculares, la media de ensayos rechazos fue de 55. Se realizaron los promedios de la actividad eléctrica de acuerdo al tipo de ensayo (congruente e incongruente) en donde sólo se incluyeron las respuestas correctas, la ejecución (respuestas correctas e incorrectas) y al nivel de seguridad reportado por el sujeto (seguro e inseguro). Se realizó un análisis adicional del tipo de ensayo de acuerdo a la ejecución del sujeto. Cada potencial evocado se obtuvo con un promedio de 39 (DE = 12) segmentos del EEG.

Se midió la amplitud media y la latencia de los potenciales relacionados a eventos (P200, N200, P250, N400 y P300) para E2. Los potenciales se calcularon según las siguientes latencias: P200 entre 100 y 200 mseg, N200 entre los 150 y 250 mseg, P250 entre 200 y los 300 mseg, N400 entre los 250 y 550 mseg y P300 entre los 400 y los 1000 mseg; mientras que la amplitud media se calculó con referencia al período de línea base de 200 mseg antes de la presentación del primer estímulo. Las latencias se calcularon como el tiempo de ocurrencia del punto más positivo (P200, P250 y P300) y el más negativo (N200 y N400) a partir del inicio de la presentación del segundo estímulo.

Se realizaron ANOVAS para medidas repetidas por separado para cada factor: tipo de ensayo (congruente-incongruente), ejecución (correcta-incorrecata), seguridad reportada por el sujeto (seguro-inseguro). Debido a las pocas respuestas contestadas como "totalmente inseguro", éstas fueron analizadas junto con las respuestas "inseguras". Se llevaron a cabo dos análisis en cada condición, el primero incluyó las derivaciones centrales: 2 (condición) x 4 (electrodos: frontal, central, parietal, occipital), y el segundo diseño los electrodos laterales: 2 (condición) x 2 (hemisferio cerebral) x 4 (electrodos: frontal, central, parietal, temporal). Estos análisis se realizaron para cada uno de los componentes tanto en medidas de amplitud como de latencia. Los resultados obtenidos fueron confirmados por la prueba *post hoc* de Honestidad de Tukey a un nivel de significancia $\leq .05$ y los grados de libertad se corrigieron con el método propuesto por Greenhouse-Geisser para medidas repetidas (ϵ) (Jennings y Wood, 1976).

RESULTADOS

1. RESULTADOS CONDUCTUALES

La Tabla 6 muestra la media y la desviación estándar de los porcentajes de respuestas correctas e incorrectas, se observa que la ejecución exitosa de los sujetos estuvo por arriba del 70 %.

Tabla 6. Media y desviación estándar de los porcentajes de la ejecución de los sujetos.

	CORRECTAS	INCORRECTAS	NO RESPUESTAS
Media	71.32	27.06	1.46
DE	8.63	7.89	2.08

En la Tabla 7 se presenta la media y la desviación estándar de los porcentajes de las respuestas correctas e incorrectas de acuerdo al tipo de ensayo (congruente, la ciudad pertenece al país; e incongruente, la ciudad no pertenece al país). Se obtuvieron porcentajes similares para las respuestas correctas (rechazos acertados y éxitos), así como para las respuestas incorrectas (errores y falsas alarmas). La categoría error presentó el porcentaje más pequeño.

Tabla 7. Media y desviación estándar de los porcentajes de la ejecución según el tipo de ensayo.

	Ensayo Congruente		Ensayo Incongruente	
	Correcto	Incorrecto	Correcto	Incorrecto
	Rechazos Acertados	Falsa Alarma	Éxito	Error
Media	34.37	14.92	36.96	12.14
DE	6.50	6.45	5.89	5.25

La media de los tiempos de reacción (TR) de acuerdo a la ejecución, al tipo de ensayo y a la seguridad reportada para cada respuesta se muestran en la Tabla 8.

Tabla 8. Media y desviación estándar de los tiempos de reacción en milisegundos de acuerdo a la ejecución (respuestas correctas e incorrectas), tipo de ensayo (congruente e incongruente) y la seguridad reportada por el sujeto (seguro e inseguro).

	Res. correctas	Res. incorrectas	Ensayos congruentes	Ensayos incongruentes	Seguro	Inseguro
Media	1336	1520	1276	1431	1283	1659
DE	232	305	217	231	213	307

Se observa que los medias de los tiempos de reacción fueron mayores para las respuestas incorrectas que para las correctas. Los ensayos incongruentes presentaron mayor tiempo de reacción que los congruentes y los ensayos de las respuestas evaluadas con inseguridad mostraron latencias más tardías en comparación a los ensayos reportados con seguridad.

Para observar si existían diferencias significativas en el número de respuestas de los sujetos en las diferentes condiciones experimentales se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para medidas repetidas con el siguiente diseño: tipo de ensayo (congruente-incongruente) x ejecución (correcta-incorrecta) x seguridad (seguro-inseguro). Los resultados mostraron que el factor ejecución resultó significativo [$F(1,20) = 122.73, p < .001$] al igual que el factor seguridad [$F(1,20) = 34.37, p < .001$]. El análisis *post-hoc* confirmó ambos resultados, el primero debido a la mayor cantidad de respuestas correctas (Tabla 4) y el segundo debido a un mayor porcentaje de respuestas contestadas con seguridad (media= 70.4 %, DE= 17.19%). La interacción tipo de ensayo con seguridad resultó significativa [$F(1,20) = 20.61, p < .001$] y la prueba de Tukey mostró que la diferencia consistió en un mayor número de ensayos congruentes contestados con seguridad que con inseguridad. Mientras que en los ensayos incongruentes los sujetos reportaron más respuestas inseguras que seguras. Igualmente la relación ejecución con seguridad [$F(1,20) = 54.54, p < .001$] resultó significativa, el análisis *post-hoc* indicó que la diferencia se debió a un número mayor de respuestas correctas cuando el sujeto contestaba con seguridad (media=49.8 DE=3.2 %) que cuando lo hacía sin seguridad (media= 14.1 DE=1.6 %).

Con el fin de analizar el efecto de las condiciones experimentales y los tipos de respuesta sobre el TR se realizó un ANOVA para medidas repetidas con un diseño que incluyó los siguientes factores: tipo de ensayo (congruente-incongruente) x ejecución (correcta-incorrecata) x seguridad (seguro-inseguro).

Los resultados mostraron que el factor ejecución resultó significativo [$F(1,20) = 8.69, p = .008$] y la prueba de Honestidad de Tukey indicó que los TR de las respuestas correctas fueron más rápidos que los TR de las respuestas incorrectas. El factor seguridad también resultó significativo [$F(1,20) = 44.96, p < .001$] y el análisis de Tukey reportó que los tiempos de reacción eran más rápidos cuando el sujeto estaba seguro de su respuesta que cuando estaba inseguro. La interacción tipo de ensayo y ejecución resultó significativa [$F(1,20) = 6.12, p = .022$], la prueba *post hoc* indicó que los ensayos congruentes correctos (rechazos acertados), fueron más rápidos que los congruentes incorrectos (falsa alarma) y que los incongruentes (aciertos y errores). La interacción tipo de ensayo y seguridad también resultó significativa [$F(1,20) = 8.45, p = .009$] y la prueba de Honestidad de Tukey mostró que los TR fueron más rápidos en los ensayos contestados con seguridad, tanto congruentes como incongruentes, que los ensayos contestados con inseguridad. Además, la interacción ejecución y seguridad fue significativa [$F(1,20) = 11.68, p = .003$], el análisis *post hoc* indicó que el TR fue mayor ante respuestas inseguras que seguras independientemente de si la ejecución era correcta o incorrecta.

2. RESULTADOS FISIOLÓGICOS

Los registros fisiológicos ante el segundo estímulo mostraron la presencia de los componentes P200 (100-200 msec), N200 (150-250 msec), P250 (200-300 msec), N400 (250-550 msec) y P300 (400-1000 msec).

Se analizó por separado cada condición: tipo de ensayo (congruente-incongruente), ejecución (correcta-incorrecata), seguridad reportada por el sujeto (seguro-inseguro). Se llevaron a cabo dos análisis en cada condición, el primero incluyó las derivaciones centrales: 2 (condición) x 4 (electrodos: frontal, central, parietal, occipital), y el segundo diseño los electrodos laterales: 2 (condición) x 2 (hemisferio cerebral) x 4 (electrodos: frontal, central, parietal, temporal). Para cada componente en cada condición y en las derivaciones centrales y laterales se realizó el análisis de amplitud y de latencia. Los resultados obtenidos fueron confirmados por la prueba *post hoc* de Honestidad de Tukey a un nivel de significancia $\leq .05$ y los grados de libertad se corrigieron con el método propuesto por Greenhouse-Geisser para medidas repetidas (ϵ) (Jennings y Wood, 1976).

a) Tipo de Ensayo

El gran promedio de los potenciales relacionados a eventos según el tipo de ensayo (congruente-incongruente) obtenido en los electrodos centrales se muestra en la Fig. 4 y el obtenido en las derivaciones laterales aparece en la Fig. 5. Estos promedios sólo incluyen ensayos correctos.

Análisis de amplitud.

El ANOVA de las medidas de amplitud de los componentes N400 y P300 en las derivaciones centrales resultó significativo [$F(1,20) = 22.19, p < .001$ y $F(1,20) = 12.78, p = .002$ respectivamente]. La prueba *post hoc* indicó que el componente N400 fue mayor en los ensayos incongruentes y el componente P300 fue mayor ante los ensayos congruentes.

El ANOVA de las medidas de amplitud en los electrodos laterales también resultó significativo según el tipo de ensayo para el componente N400 [$F(1,20) = 11.28, p = .003$] y para el componente P300 [$F(1,20) = 7.07, p = .015$]. La prueba de Tukey mostró los mismos resultados que en el análisis de los electrodos centrales: mayor amplitud en el componente N400 ante los ensayos incongruentes y mayor amplitud del componente P300 ante los ensayos congruentes.

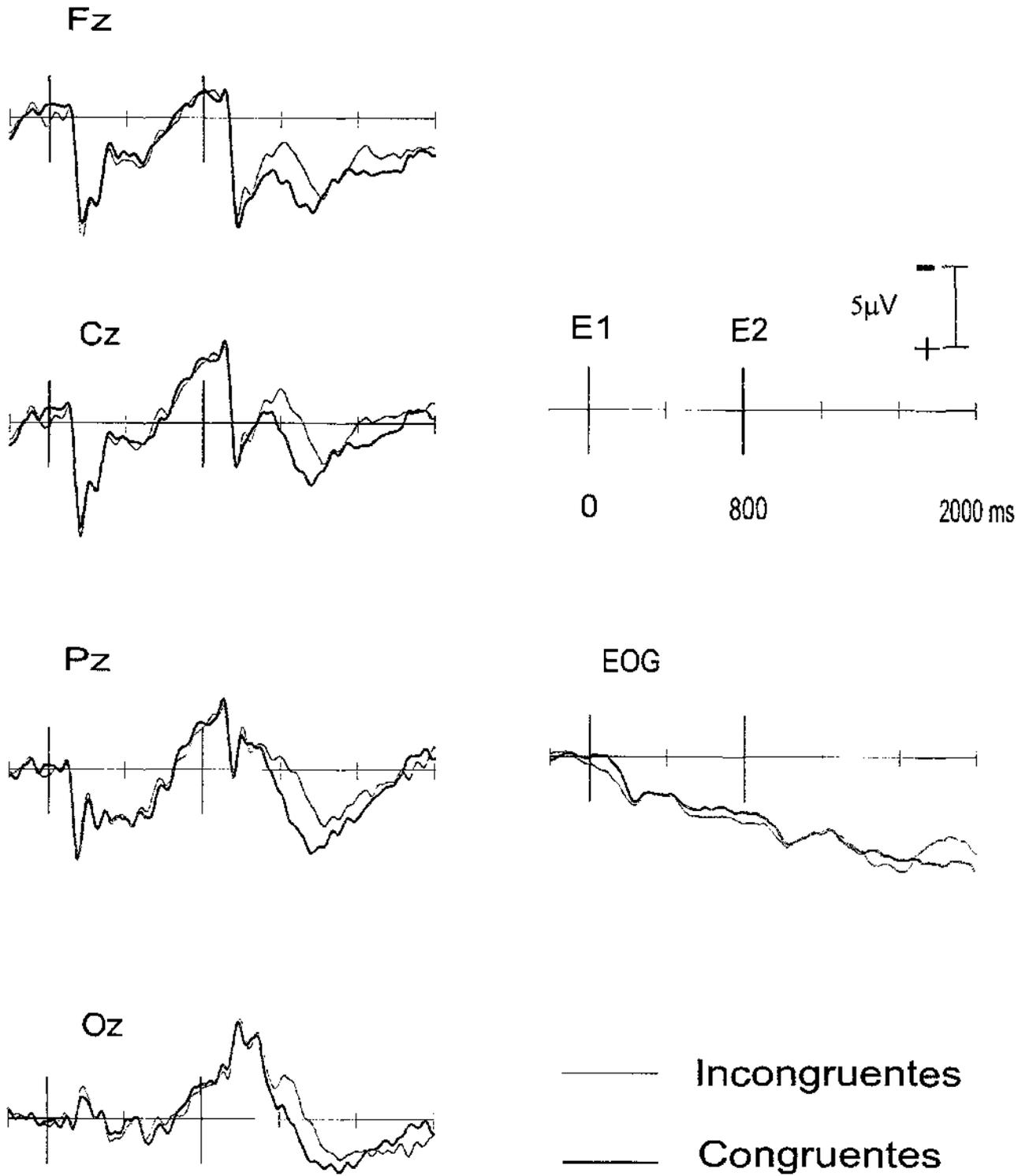


Fig. 4 Gran promedio de los potenciales evocados de las derivaciones centrales para los ensayos congruentes e incongruentes. Se observa mayor amplitud así como un retardo en la latencia del componente N400 en los ensayos incongruentes.

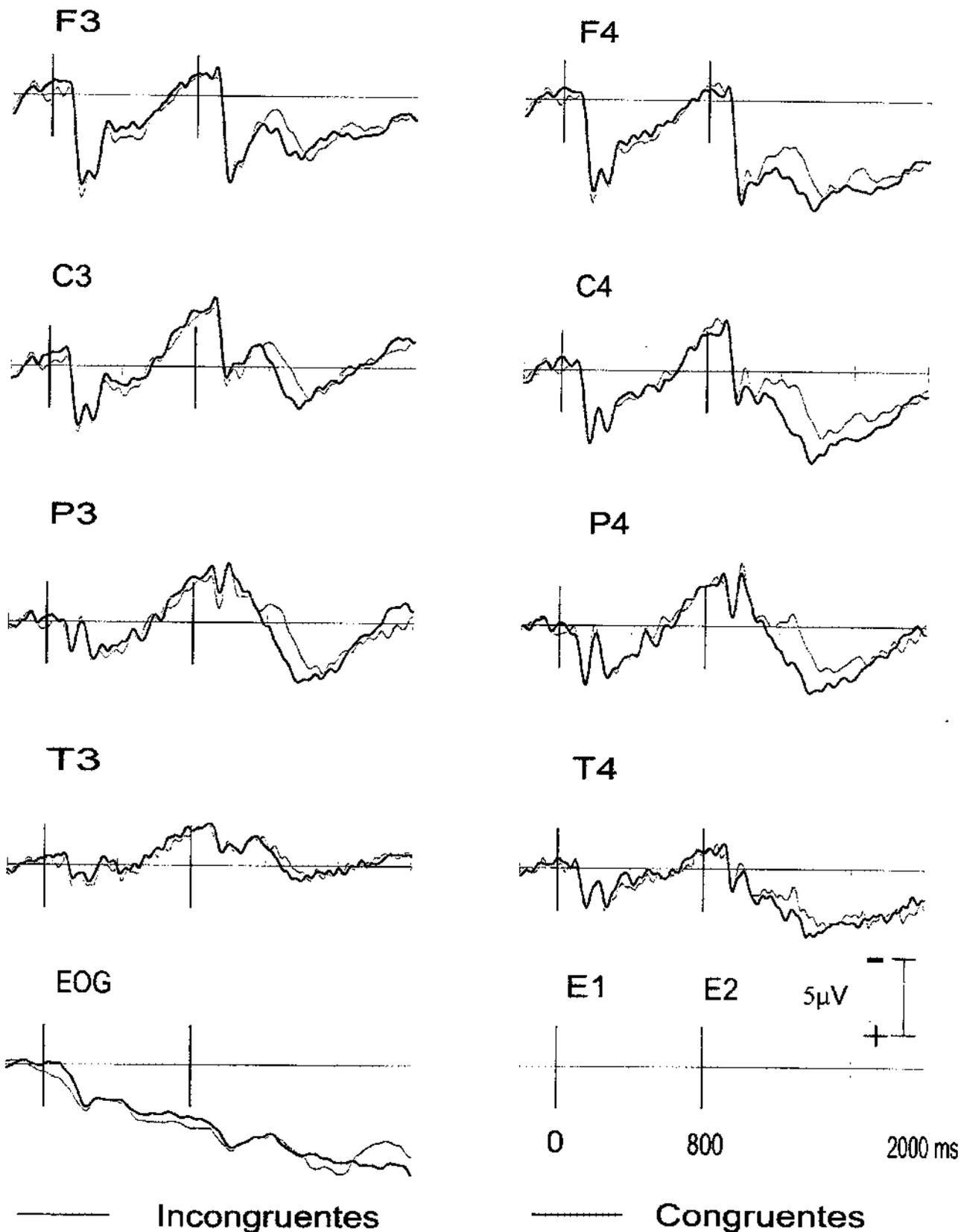


Fig. 5 Gran promedio de los potenciales evocados de las derivaciones laterales según el tipo de ensayo (congruente o incongruente). Los ensayos incongruentes presentaron mayor amplitud y un retardo en la latencia del componente N400 que los ensayos congruentes.

Análisis de latencia.

El análisis de las medidas de latencia del componente N400 en los electrodos centrales y laterales resultó significativo [$F(1,20) = 8.45$, $p = .009$ y $F(1,20) = 11.09$, $p = .003$, respectivamente], la prueba *post hoc* indicó que el componente aparece más tardíamente en los ensayos incongruentes (Tabla 9).

Tabla 9. Latencia en milisegundos del componente N400 en el análisis de los electrodos laterales y centrales

	Congruentes		Incongruentes	
	Central	Lateral	Central	Lateral
Media	332	336	373	384
Error estándar	10	12	14	13

b) Ejecución

El gran promedio de los PREs según la ejecución de los sujetos en las derivaciones centrales se muestra en la Fig. 6 y el obtenido en los electrodos laterales aparece en la Fig. 7.

Análisis de amplitud

El ANOVA de las medidas de amplitud de los componentes N400 y P300 en las derivaciones centrales resultó significativo [$F(1,20) = 9.23, p = .006$ y $F(1,20) = 11.57, p = .003$, respectivamente]. La prueba *post hoc* indicó que el componente N400 presentó mayor amplitud en las respuestas incorrectas y el componente P300 fue mayor ante las respuestas correctas.

El ANOVA de las medidas de amplitud en los electrodos laterales también resultó significativo según la ejecución del sujeto para el componente N400 [$F(1,20) = 6.50, p = .019$], la prueba de Honestidad reveló que la amplitud de este potencial fue mayor para las respuestas incorrectas que para las correctas. El componente P300 resultó significativo [$F(1,20) = 7.76, p = .011$] y el análisis de Tukey demostró que la amplitud de este potencial fue mayor ante las respuestas correctas. Este componente también resultó significativo en la interacción ejecución con electrodo

[$F(3,60) = 3.14$, $\epsilon = .75$, $p = .047$] y el análisis de Tukey indicó que este componente presentó mayor amplitud ante las respuestas correctas en los electrodos frontales, centrales y parietales.

Análisis de latencia

El análisis de las medidas de latencia del componente N400 en los electrodos centrales resultó significativo [$F(1,20) = 5.47$, $p = .03$], la prueba *post hoc* indicó que el componente se presenta más tardíamente en los ensayos incorrectos (Tabla 10).

Tabla 10. Latencia en milisegundos del componente N400 en el análisis de los electrodos centrales

	Correctas	Incorrectas
Media	349	370
Error estándar	12	13

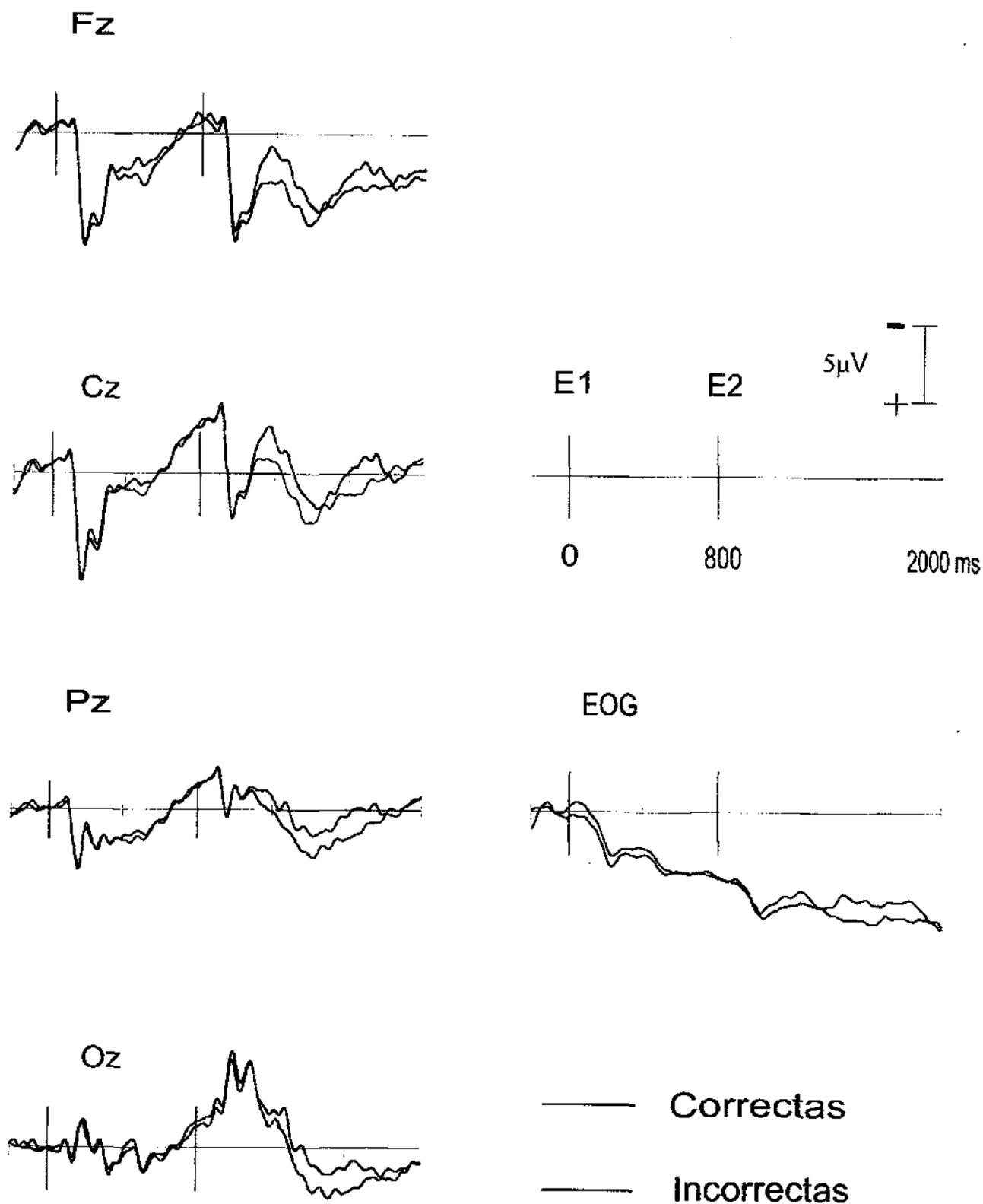


Fig. 6 Gran promedio de los potenciales evocados de las derivaciones centrales según la ejecución de los sujetos. Se observa mayor amplitud en el componente N400 en las respuestas incorrectas y mayor amplitud en el componente P600 en P3, Pz y P4 ante las respuestas correctas.

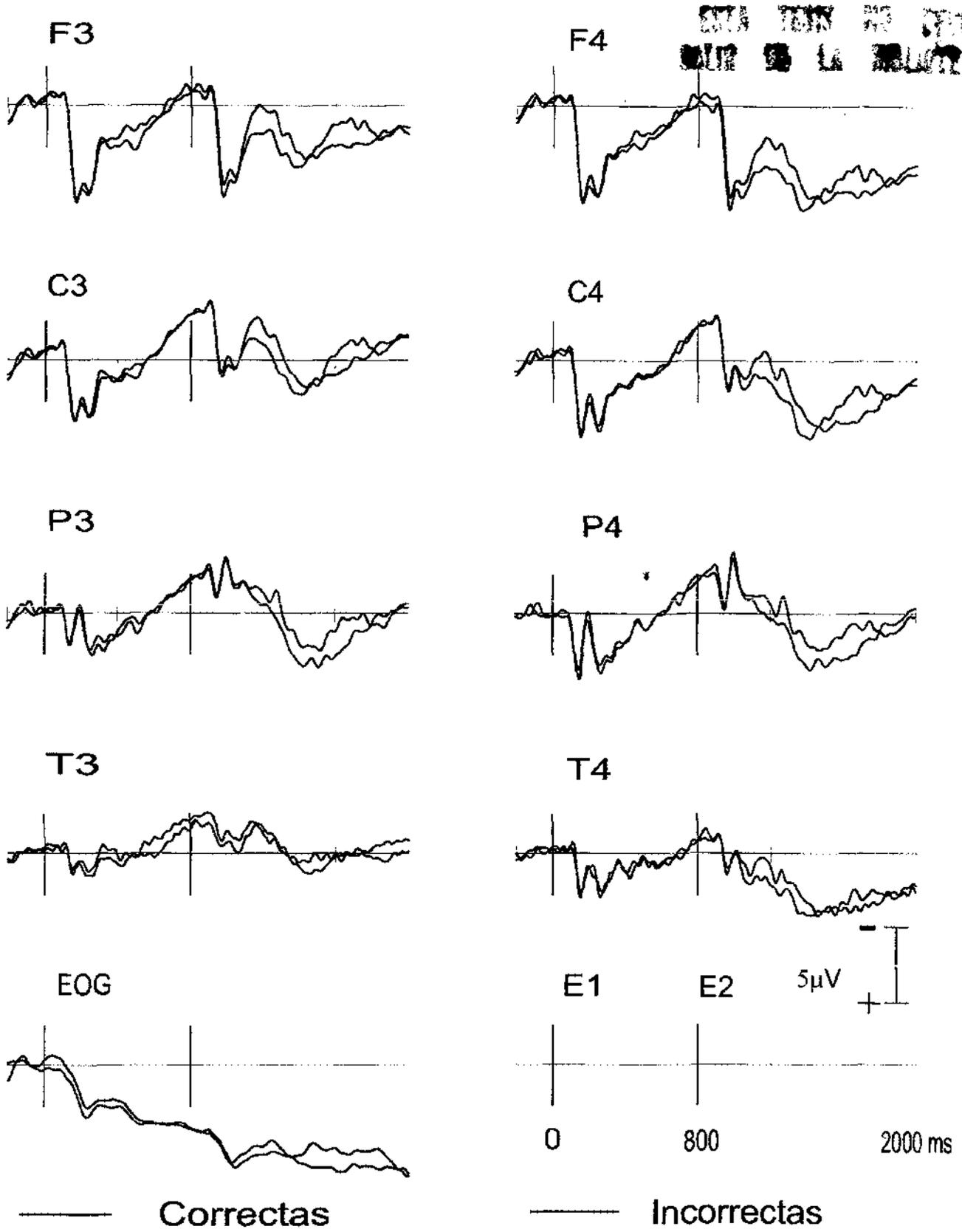


Fig. 7 Gran promedio de los potenciales evocados de las derivaciones laterales para las respuestas correctas e incorrectas. Se observa una amplitud mayor en el componente N400 ante las respuestas incorrectas y una mayor amplitud en el potencial P600 ante las respuestas correctas.

c) Seguridad

El gran promedio obtenido de acuerdo a la seguridad reportada por el sujeto en las derivaciones centrales se muestra en la Fig. 8 y el de los electrodos laterales en la Fig. 9.

Análisis de amplitud

En el análisis de los electrodos centrales el componente N400 resultó significativo [$F(1,20) = 6.94, p = .016$] al igual que el componente P300 [$F(1,20) = 6.50, p = .019$]. El análisis *post hoc* mostró que el potencial N400 presentó mayor amplitud en los ensayos inseguros y el componente P300 presentó mayor amplitud en las respuestas contestadas con seguridad.

En el análisis de los electrodos laterales los resultados fueron idénticos, el componente N400 fue significativo [$F(1,20) = 6.05, p = .023$] y también el potencial P300 [$F(1,20) = 6.74, p = .017$]. La prueba de Tukey mostró que el componente N400 presentó mayor amplitud ante los ensayos inseguros y el potencial P300 ante los ensayos seguros.

Análisis de latencia.

En el análisis de los electrodos laterales el componente N400 resultó significativo [$F(1,17) = 9.71, p = .005$], la prueba de Honestidad indicó que el componente apareció más tardíamente en los ensayos reportados con inseguridad y fue más temprano ante los evaluados con seguridad. Este efecto también fue significativo en la interacción seguridad con hemisferio [$F(1,20) = 5.71, p = .027$] y en la interacción seguridad, hemisferio y electrodo [$F(3,60) = 3.57, \epsilon=.73, p = .033$]. La prueba de Tukey indicó que hay un retardo en la latencia del componente ante los ensayos inseguros sólo en el hemisferio derecho y específicamente en los electrodos centrales y frontales (Tabla 11).

Tabla 11. Latencia en milisegundos del componente N400 en los electrodos laterales F4 y C4

	Seguro		Inseguro	
	Media	Error estándar	Media	Error estándar
F4	375	19	429	16
C4	339	17	380	17

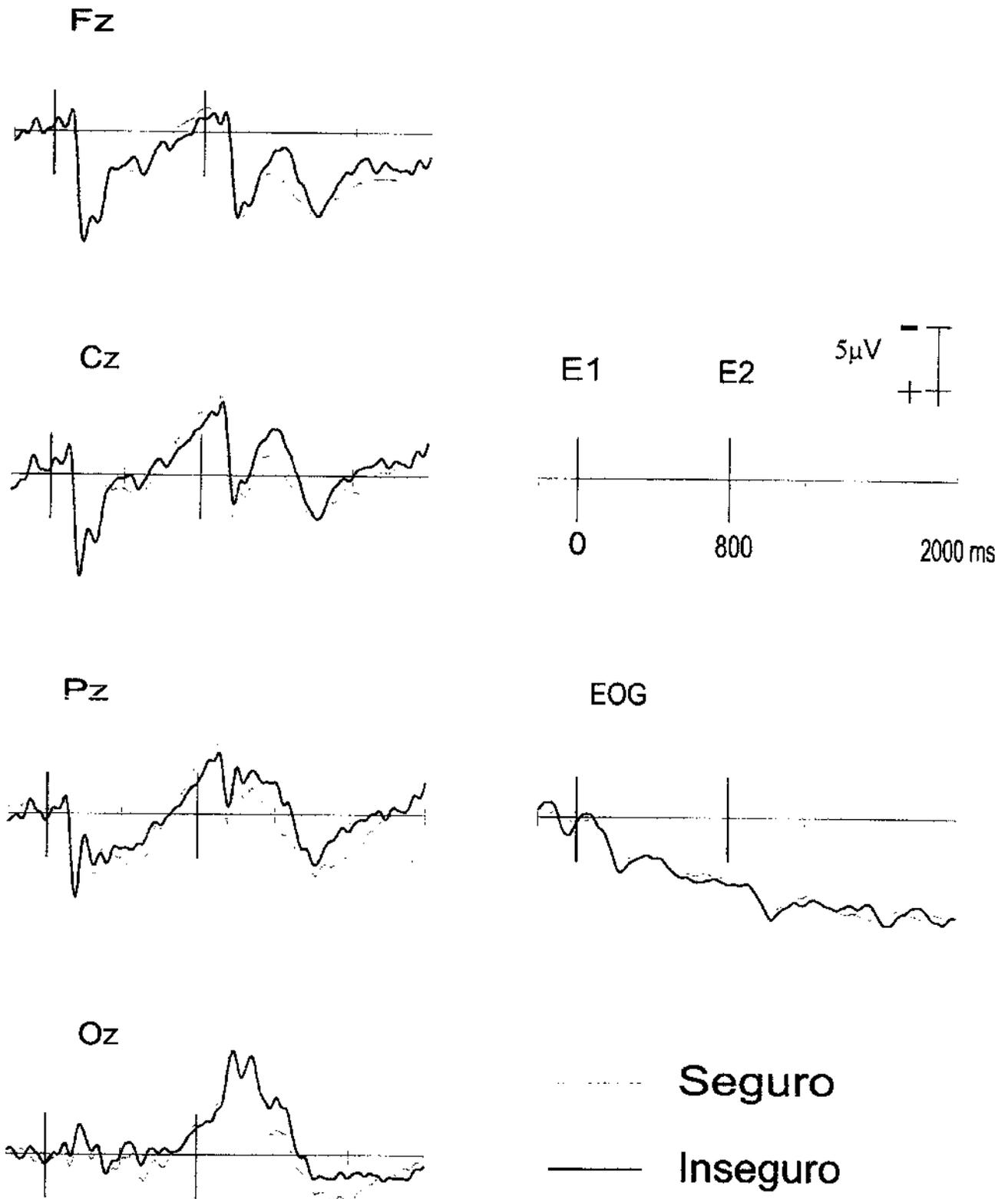


Fig. 8 Gran promedio de los potenciales evocados de las derivaciones centrales de acuerdo a la seguridad reportada por el sujeto.

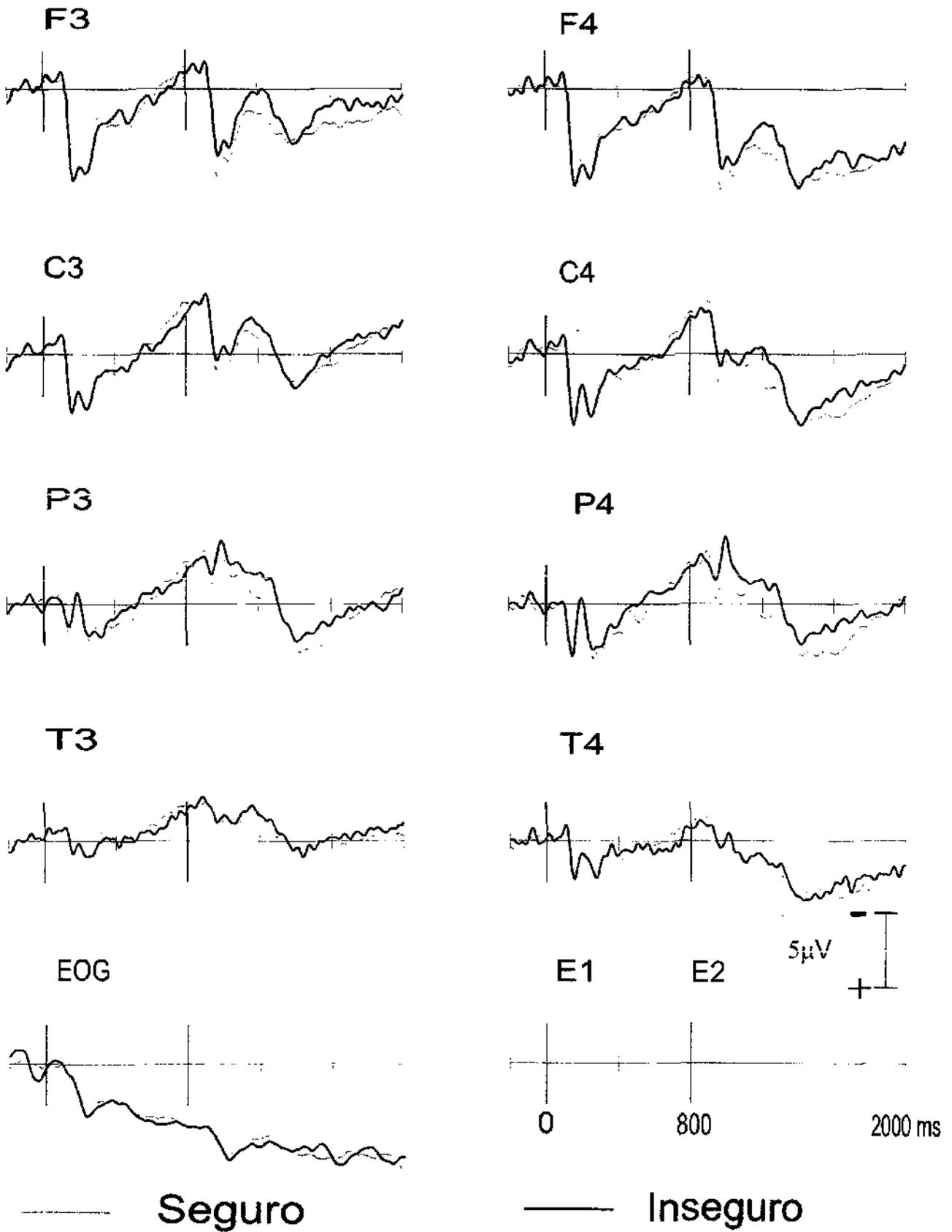


Fig. 9 Gran promedio de los potenciales evocados de las derivaciones laterales según la seguridad reportada por el sujeto. En F4 y C4 se observa un retardo en la latencia del componente N400 en las respuestas inseguras.

d) Tipo de ensayo y Ejecución

Se realizó un ANOVA para medidas repetidas adicional para evaluar la relación entre el tipo de ensayo y la ejecución y obtener los posibles interacciones entre las categorías: rechazo acertado (congruente-correcto), falsa alarma (congruente-incorrecto), éxito (incongruente-correcto) y error (incongruente-incorrecto). Se realizó el siguiente diseño para las derivaciones centrales: tipo de ensayo (2) x ejecución (2) x electrodo (4). Para las derivaciones laterales el análisis se llevó a cabo de la siguiente forma: tipo de ensayo (2) x ejecución (2) x hemisferio (2) x electrodo (4). Debido al bajo porcentaje de falsas alarmas y de errores, en el análisis sólo se incluyeron los datos de 13 sujetos (hombres =6, mujeres =7).

El gran promedio de las categorías rechazo acertado, falsa alarma, éxito y error de las derivaciones centrales se presenta en la Fig. 10 y el gran promedio obtenido en las derivaciones laterales aparece en la Fig. 11.

Análisis de amplitud.

No se presentaron resultados significativos.

Análisis de latencia.

En el análisis de latencia de los electrodos laterales, el componente N400 resultó significativo en el factor tipo de ensayo [$F(1,12)= 5.84$, $p = .033$] y en el factor ejecución [$F(1,12)= 6.26$, $p = .028$]. El análisis *post hoc* mostró que la latencia del potencial N400 fue más tardía en los ensayos incongruentes que en los congruentes y en los ensayos incorrectos que en los correctos. Estos resultados se obtuvieron en el análisis por separado de ambos factores. Además, el componente N400 también resultó significativo en la interacción tipo de ensayo y ejecución [$F(1,12)= 7.99$, $p = .015$], la prueba de Honestidad indicó que la latencia fue más corta en los ensayos congruentes que en los incongruentes y estas diferencias sólo se presentaron cuando la ejecución fue incorrecta (Tabla 12). Es decir, que el componente N400 apareció más tempranamente en las Falsas Alarmas que en los Errores.

Tabla 12. Media y error estándar de las medidas de latencia según el tipo de ensayo y la ejecución del componente N400 de los electrodos laterales.

Tipo de Ensayo (TE)	Ensayo Congruente		Ensayo Incongruente	
	Correcto	Incorrecto	Correcto	Incorrecto
Ejecución (E)				
TE x E	Rechazos Acertados	Falsa Alarma	Éxito	Error
Media	382	323	370	387
Error Estándar	13	11	14	18

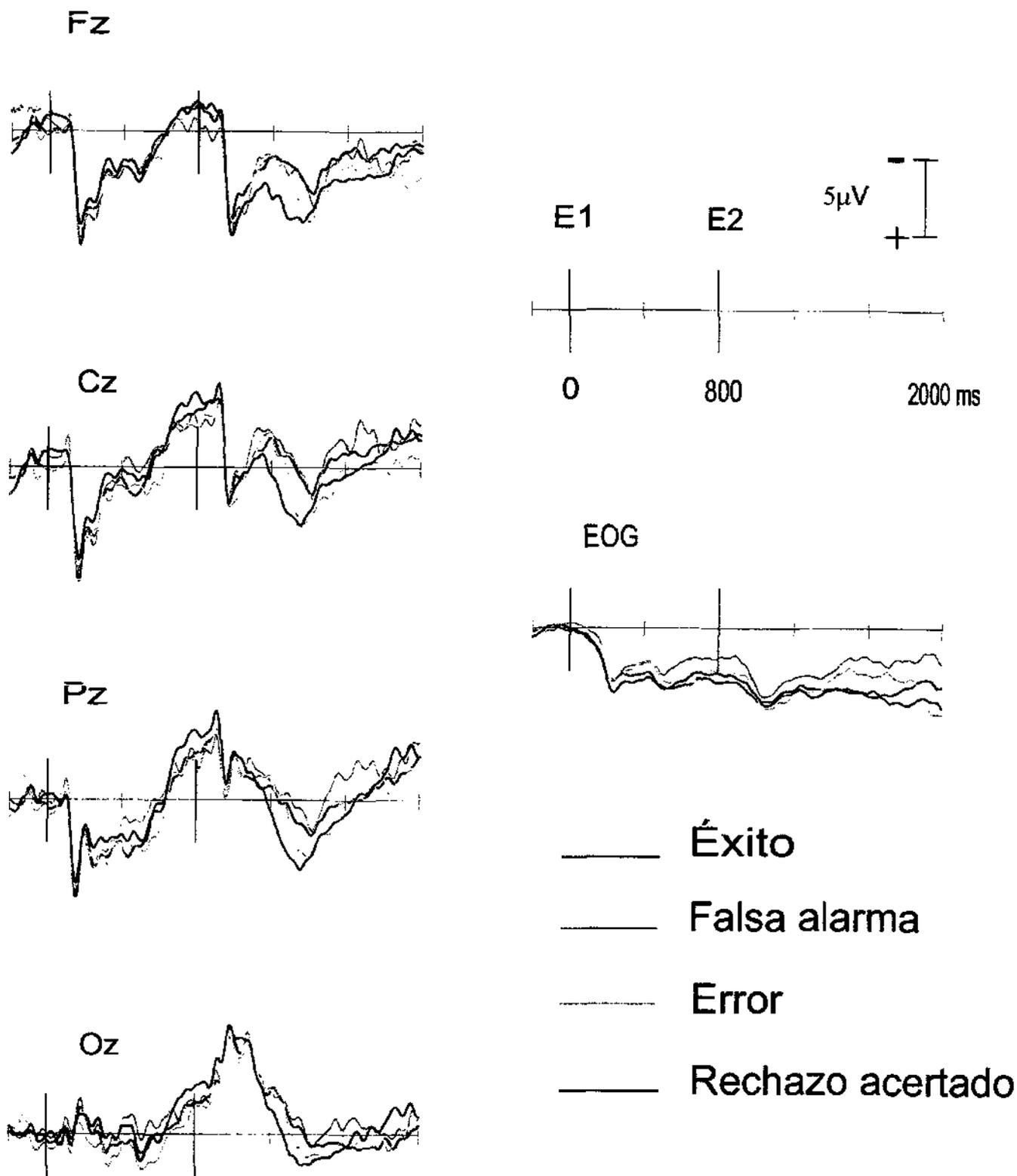


Fig. 10 Gran promedio de los potenciales evocados de las derivaciones centrales según el tipo de ensayo (congruente-incongruente) y la ejecución (correcta-incorrecja).

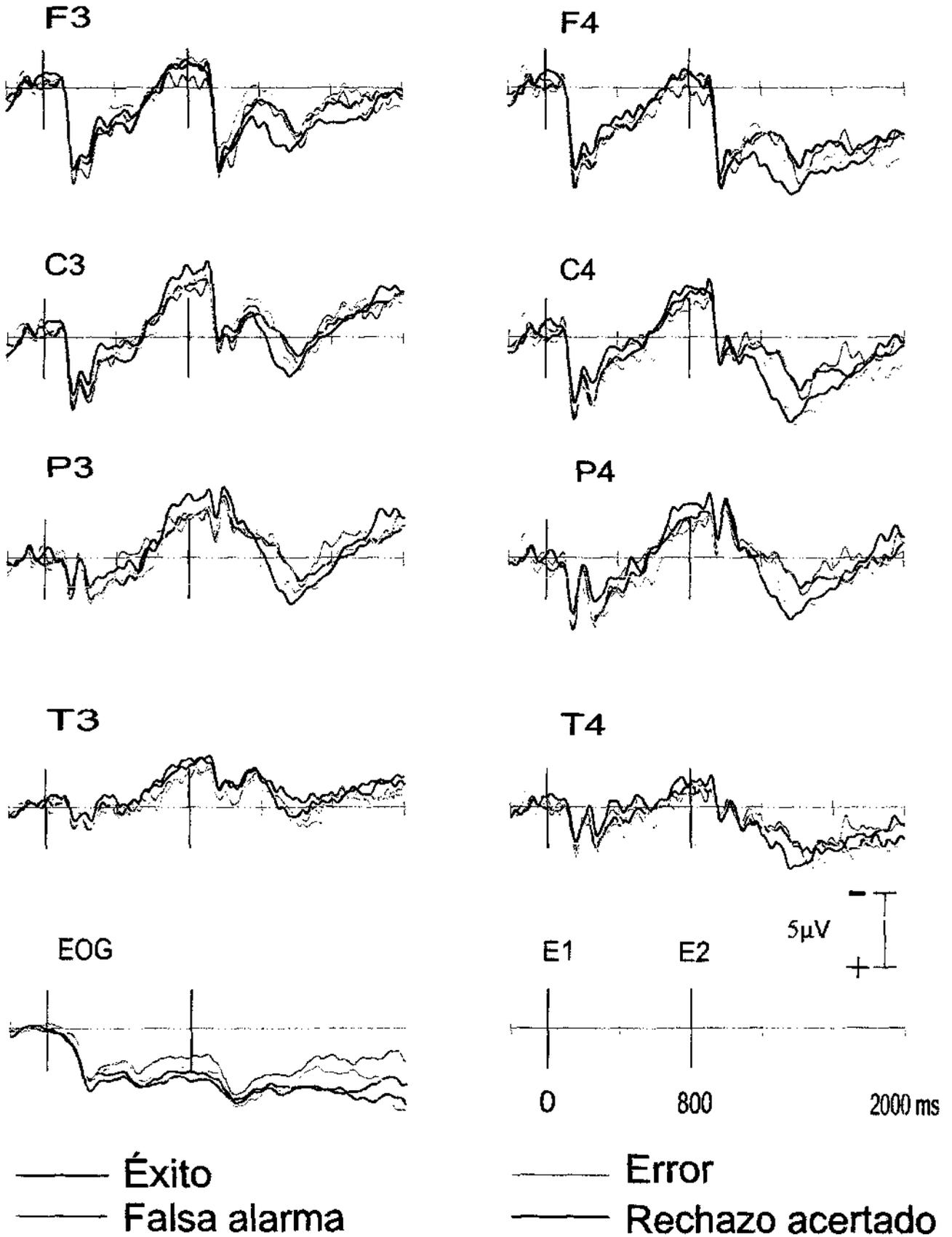


Fig. 11 Gran promedio de los potenciales evocados de las derivaciones laterales de acuerdo al tipo de ensayo y la ejecución.

DISCUSIÓN

Los resultados conductuales muestran que el tiempo de reacción (TR) fue mayor en los ensayos incongruentes, incorrectos e inseguros. El TR mayor sugiere que los sujetos necesitan más tiempo para dar su respuesta cuando el ensayo es de tipo incongruente. Resultados similares encontraron Meyer y Schvaneveldt (Fischler, 1977) en tareas de decisión léxica donde las respuestas correctas fueron más rápidas cuando las palabras estaban relacionadas. Estos autores indican que este efecto de asociación es similar al *priming* en pruebas de asociación libre.

En cuanto a la ejecución, las respuestas correctas presentaron un TR menor que las incorrectas. Bentin *et al.* (1992) encontraron que los tiempos de reacción fueron sensibles a la ejecución del sujeto durante el reconocimiento de los estímulos, ya que las respuestas correctas (éxito y rechazo acertado) fueron más rápidas que las incorrectas (error y falsa alarma). En el presente experimento las respuestas congruentes correctas (rechazo acertado) fueron las más rápidas lo que indica que el sujeto reacciona con más velocidad cuando los ensayos están correctamente asociados y además, cuando el sujeto reconoce los estímulos correctamente.

Con respecto a la seguridad con la que los sujetos otorgaban su respuesta se encontró que cuando están inseguros de la misma, el TR es mayor. Kelley y Lindsay

(1993) reportaron que los factores que influyen para que los sujetos proporcionen una respuesta con seguridad son la facilidad con la que la respuesta llega a la mente (*fluency*) y con la cantidad de información a recuperar. Nelson y Narens (1990) proponen que la seguridad también depende de la latencia para la recuperación, ya que encontraron mayor seguridad en las respuestas que se recordaban más rápidamente. De manera similar, Morris (1990) encontró que cuando la información se recuperaba más rápidamente los sujetos se encontraban más seguros de su respuesta. Estos resultados concuerdan con los datos encontrados en el presente estudio, lo cual puede deberse a que el individuo tiene presente la información en la memoria y en consecuencia está seguro y emite una respuesta rápidamente. Sin embargo, aunque se sabe que las respuestas mejor conocidas son más rápidas que las no conocidas, es necesario analizar si una respuesta segura es siempre una respuesta correcta. Nelson y Narens (1990) encontraron que la seguridad fue más elevada para las respuestas correctas que para las incorrectas. Kelley y Lindsay (1993) sugieren que la facilidad para producir una respuesta proporciona seguridad de que se ha emitido una respuesta correcta, pero en algunos casos los sujetos proporcionan respuestas incorrectas aún cuando están seguros. En el presente experimento se produjeron pocas respuestas incorrectas con seguridad, que posiblemente se debieron a un conocimiento incorrecto por parte del sujeto o una confusión de estímulos. Sin embargo, la cantidad de respuestas correctas seguras fue significativamente mayor que las respuestas incorrectas seguras, lo cual indica que a pesar de que se produzca este último tipo de respuestas, existe una relación directa entre el conocimiento correcto de la respuesta y la seguridad al contestar.

Kelley y Lindsay (1993) encontraron una gran cantidad de respuestas incorrectas seguras, aunque la presentación previa de los estímulos pudo influir en la producción de este tipo de respuesta en los sujetos. De manera similar sucede en la vida cotidiana cuando se escucha una canción varias veces, ésta posteriormente se repite de manera automática aunque no se recuerde correctamente.

En el presente estudio la falta de reconocimiento de los estímulos influyó en la seguridad de las respuestas del sujeto y ambos factores afectaron el TR. Además de que el TR también aumentó durante la evaluación de ítemes que no tenían relación alguna.

La ejecución correcta obtuvo un porcentaje mayor al 70%, lo que indica que los estímulos fueron reconocidos a pesar de no haber sido mostrados en una sesión de aprendizaje previa. En ese sentido, la evaluación de conocimientos específicos almacenados de manera natural en la memoria del individuo, permitió estudiar conocimientos diferentes a los que se evalúan en pruebas de clasificación, lectura de frases o comparación de sinónimos y antónimos que son conocimientos puramente semánticos. En la solución de la prueba de incongruencia cognoscitiva utilizada en este estudio, término que se refiere a todo aquello que se conoce, se requiere de la participación de procesos semánticos y lexicales, sin embargo, el sujeto necesita además, analizar la relación de pertenencia entre los estímulos y por lo tanto, obtener esta información de su almacén de memoria a largo plazo.

CONGRUENCIA

Los ensayos incongruentes se relacionaron con un componente negativo entre los 250 y 500 msec denominado N400. A pesar de que la interacción tipo de ensayo electrodo no resultó significativa, en la Fig. 4 puede observarse que este componente es más evidente en Fz y Cz. En cambio, ante los ensayos congruentes se presentó el componente P300 en todas las derivaciones, pero con mayor amplitud en electrodos parietales (P3, Pz, P4).

El componente negativo obtenido en este estudio es similar al reportado por Kutas y Hillyard (1980), el cual está relacionado a incongruencias de tipo semántico y presenta una topografía centroparietal. Componentes negativos similares se han obtenido ante incongruencias de tipo gramatical y ante diversos estímulos: dígitos y palabras en modalidad visual y auditiva en distintos idiomas (francés, inglés, español) (Valdés-Sosa y Bobes, 1989).

Algunas investigaciones han evaluado la congruencia semántica a través de la lectura de oraciones (Fischler *et al.*, 1984; Fischler, 1990; Gunter *et al.*, 1995; Neville *et al.*, 1986) y otras a través de la categorización de pares (Rugg, 1984) o series de estímulos (Polich, 1985). En estos estudios el componente N400 se presenta cuando existe una incongruencia en las frases y cuando el segundo o el último estímulo no coincide con el anterior. Debido a que dicho componente se presenta

constantemente ante distintos tipos de tareas es necesario analizar qué función podría estar reflejando y discutir si las distintas topografías que presenta indican si se trata de uno o dos componentes distintos.

Fischler *et al.*, (1983) encontró un potencial negativo (N400) durante la evaluación de oraciones afirmativas falsas y verdaderas negativas. Este componente presentó mayor amplitud en Cz y fue ligeramente lateralizado en el hemisferio derecho. Debido a que la distribución topográfica de este componente N400 es la misma que presenta el componente N400 asociado a tareas de discrepancia semántica, la autora sugiere que el potencial refleja una incongruencia semántica entre los sustantivos y su contexto, en un momento preliminar de la comprensión de la oración y que éste no está relacionado al proceso de evaluación sobre la veracidad o falsedad de la frase (Fischler *et al.*, 1984). De igual forma, Neville *et al.* (1986) obtuvieron el componente N400 en los electrodos posteriores del hemisferio derecho ante incongruencias en la lectura de frases del tipo: "Un tipo de pájaro. Petirrojo". Vaughan, Sherif, O'Sullivan, Herrmann y Weldon (1982) obtuvieron potenciales negativos similares durante la comparación de dos antónimos presentados secuencialmente. De acuerdo a los resultados obtenidos por Fischler *et al.* (1984), Neville *et al.* (1986) y Vaughan *et al.* (1982), el componente N400 se considera como un indicador de una violación a la relación semántica entre los elementos evaluados, interpretación similar a la de los resultados del experimento clásico de Kutas y Hillyard (1980). Sin embargo, otras investigaciones analizan otro tipo de incongruencias no semánticas, entre las que se incluye el presente estudio,

en las que también se ha encontrado un potencial negativo similar.

Stuss *et al.* (1983) y Rugg (1984) mencionan que el potencial N400 se asocia más que a una incongruencia exclusiva del campo semántico, a incongruencias más generales entre el conocimiento previo almacenado en la memoria y la información presentada a los sujetos. Ambos autores obtuvieron el componente N400 en tareas de incongruencia utilizando material no semántico. Stuss *et al.* (1983) trabajaron con denominación de dibujos, lectura de palabras y rotación de figuras, y Rugg (1984) estudio la incongruencia a través de no palabras (logatomos) que no estaban rimadas. Estos resultados coinciden con la presencia del componente N400 ante asociaciones incongruentes al igual que en el presente estudio, lo que puede indicar que el potencial N400 más que asociarse exclusivamente a una incongruencia del campo semántico, se relaciona a incongruencias generales entre el conocimiento previo almacenado en la memoria y la información presentada en los experimentos.

Existen otras funciones cognoscitivas que se han relacionado a la presencia del potencial N400. Para algunos investigadores este componente indica un proceso de carácter pre-léxico (Rugg 1984), mientras que otros señalan que éste está relacionado al proceso de acceso al léxico (Bentin, 1987) debido a que se relaciona con el *priming* léxico (Boddy y Weinberg, 1981). Sin embargo, en varios estudios con estímulos congruentes e incongruentes al contexto, dicho potencial se presenta en latencias por arriba del rango sugerido para el acceso léxico (200-240 msec después del inicio de la palabra). Stuss, Picton y Cerri (1986) sugirieron que la amplitud del

componente N400 puede ser un índice del monto de búsqueda en la memoria a largo plazo, y que tiene relación con la evaluación postléxica más que con el acceso léxico (Stuss, Picton y Cerry, 1988). En el presente estudio el aumento de la amplitud del potencial N400 ante las asociaciones incongruentes indica que este tipo de estímulos requiere mayor búsqueda en la memoria a largo plazo. De manera similar, Fischler *et al.* (1984) mencionan que el componente negativo puede estar asociado con la discrepancia entre la información presentada y la información recordada, y que la amplitud del mismo puede estar reflejando la familiaridad o la intensidad de la información recordada. Los resultados obtenidos en el presente estudio pueden interpretarse de acuerdo con esta postura ya que en la condición incongruente la información presentada no coincide con la información recordada en ese momento y almacenada en memoria a largo plazo por el sujeto. También Gunter *et al.* (1995) han relacionado al componente N400 con el proceso de recuperación de información de la memoria.

En el presente experimento tanto el TR como la amplitud y la latencia del componente N400 resultaron sensibles a la condición de incongruencia. El aumento de amplitud del componente N400 en los ensayos incongruentes refleja el proceso que se activa cuando la información presentada no concuerda en una primera instancia con los conocimientos que posee el sujeto y en consecuencia, es necesario que éste realice una búsqueda ulterior en la memoria para evaluar si la información existe o no asociada de esa manera. Del mismo modo, el aumento en la amplitud de este componente indica que un mayor número de neuronas responsables de este

potencial se activa durante la condición incongruente que durante la condición congruente. Además, la mayor latencia del componente N400 en los ensayos incongruentes que en los congruentes refleja el empleo de mayor tiempo en la búsqueda de información, lo cual influye directamente en el TR.

La misma distribución topográfica centro parietal del componente N400 fue reportada en los estudios de Fischler *et al.* (1984), Neville *et al.* (1986) y Gunter *et al.* (1995). Sin embargo, otras investigaciones han obtenido un potencial similar con una topografía distinta (Stuss *et al.*, 1983; Neville *et al.*, 1982; Polich, 1985). Stuss *et al.* (1983) obtuvieron un componente negativo (Ny) parecido al potencial N400 clásico Pero con una amplitud mayor en derivaciones frontales. El componente Ny es similar a la onda negativa frontotemporal (N410) obtenida por Neville *et al.* (1982) durante el reconocimiento de estímulos, con la excepción de que el componente N410 presenta una lateralización en el hemisferio izquierdo y se relaciona con procesos de codificación o decodificación gramatical en el lenguaje escrito. Polich (1985) registró el componente N400 en electrodos frontales durante la lectura de frases y durante la comparación de series de letras y dígitos. Este componente se presentó cuando el estímulo crítico no se relacionaba con los estímulos que le precedían. Asimismo, los estudios que han explorado violaciones sintácticas también han registrado un componente negativo anterior mayor en el hemisferio izquierdo alrededor de los 400 mseg (Hagoort y Kutas, 1995), lo mismo se ha observado en estudios de reconocimiento mnémico (Smith, 1993).

A pesar de que el componente N400 presenta una distribución topográfica distinta en los diversos estudios, no es posible afirmar con la evidencia actual que este potencial refleja diferentes procesos o proviene de diferentes poblaciones neuronales. Los resultados de la presente investigación no proporcionan mayor información al respecto, en parte porque el potencial no presentó una interacción significativa con el factor electrodo. Además de que se ha encontrado que una misma tarea, lectura de oraciones, produce el componente N400 en distintas derivaciones: frontales (Polich, 1985) o parietales (Fischler *et al.*, 1984). Para lograr aclarar esta cuestión es necesario que se implementen estudios que tengan dicho propósito mediante la utilización de otras técnicas fisiológicas con mayor resolución espacial o a través del registro intracraneal de potenciales relacionados a eventos.

No sólo existe controversia con respecto a los procesos reflejados por el componente N400, sino también la hay en relación a la naturaleza de dicho potencial ya que se discute si este componente en realidad es el potencial N200 u otro diferente. El componente N200 se ha observado cuando un estímulo falla en relacionarse en algún atributo con un estímulo precedente (Fischler, 1990), de tal forma que resulta difícil definir la naturaleza distintiva de ambos componentes (N200-N400). Para Fischler *et al.* (1984) el componente negativo asociado a diversos tipos de incongruencias es diferente al potencial N200, el cual ocurre más bien ante un estímulo inesperado, infrecuente o desviado. En cambio, Polich (1985) concuerda con la idea de que el componente N200 corresponde en realidad al potencial N400 (Bentin *et al.*, 1985; Polich *et al.*, 1981) Pero generado por juicios semánticos. Polich

(1985) fundamenta esta postura por el hecho de que el potencial N400 fue seguido por el componente P300 de manera similar a como el componente N200 se acompaña por el potencial P300 típico. Para varios autores (Pritchard, Coles y Donchin, 1982; Ritter, Simson y Vaughan, 1983) los potenciales negativos se asocian, en una fase inicial, a un evento no concordante con los estímulos ambientales. Según Polich (1985) los componentes N200 y N400 son evocados por una variedad de circunstancias y reflejan el mismo mecanismo en el procesamiento, y a pesar de que son sensibles a las alteraciones en las relaciones semánticas, los potenciales N200/N400 reflejan además, diferentes tipos de violaciones y no únicamente incongruencias semánticas.

En torno a esta discusión sólo podemos mencionar que en el estudio que aquí se reporta, se encontró un potencial N200 entre los 150 y 250 mseg que no resultó significativo en el análisis estadístico. Sin olvidar que el presente estudio no tiene por objetivo abordar esta cuestión, es interesante observar que la presencia de dos componentes negativos, N200 y N400, con una diferencia de latencia de 200 mseg, apoya la tesis de que ambos potenciales son distintos.

EJECUCIÓN

En el presente experimento se obtuvo el componente N400 ante las respuestas incorrectas. En cambio, las respuestas correctas fueron asociadas a un componente P300. Este último componente se observa en todas las derivaciones (Fig. 6 y 7), sin embargo, los ensayos correctos e incorrectos sólo difieren significativamente en los electrodos parietales (P3, Pz, P4). Si se considera que para obtener una ejecución correcta es necesario el reconocimiento de los estímulos y que por el contrario, las respuestas incorrectas reflejan una falta de reconocimiento de los nombres, los resultados obtenidos en el presente estudio son similares a los encontrados en tareas de memoria de reconocimiento (Smith, 1993; Smith *et al.*, 1986; Bentin *et al.*, 1992; Friedman, 1990).

Friedman (1990) obtuvo un potencial negativo temprano (N300) máximo en Cz ante los estímulos nuevos. Según este autor dicho potencial puede estar dentro de la familia de los componentes negativos registrados en tareas de memoria de reconocimiento. Neville *et al.* (1986) registró un potencial negativo (N410) de mayor amplitud en electrodos temporales anteriores izquierdos (ubicados entre F7 y C3; F8 y C4) ante estímulos nuevos. Smith (1993) también encontró resultados similares, las palabras nuevas generaron un componente N400 de mayor amplitud en los electrodos frontales. De manera constante, los estímulos nuevos de las tareas de reconocimiento producen mayor amplitud en el potencial N400, y en la presente investigación este componente se relacionó con las respuestas incorrectas. Los

estímulos nuevos pueden ser equivalentes a los estímulos que no se reconocieron en el presente estudio y que por lo tanto, llevaron a los sujetos a responder incorrectamente.

En lo que respecta al componente P300, existen varias investigaciones que lo han reportado. Neville *et al.* (1986) obtuvo un potencial P650 de mayor amplitud en P3 ante los estímulos repetidos, es decir, presentados en una sesión previa de estudio. Igualmente, Bentin *et al.* (1992) y Smith (1993) reportaron un componente P300, presente alrededor de los 600 msec, relacionado con las palabras repetidas. En los estudios anteriormente citados, los estímulos conocidos evocaron mayor amplitud del componente P600 y en el presente experimento el componente P300 se relacionó con la ejecución exitosa, que presupone un adecuado reconocimiento.

El potencial P300 generalmente se presenta ante un estímulo infrecuente (*paradigma oddball*) (Hillyard y Kutas, 1983), cuando se debe indicar la probabilidad de un estímulo o cuando debe reconocerse una palabra físicamente anómala (Kutas y Hillyard, 1980; Johnson *et al.*, 1985), por lo que este componente se ha relacionado a demandas del proceso de atención. El potencial P300 también ha sido asociado a procesos de evaluación del estímulo, a mecanismos de sorpresa o de actualización del contexto (Donchin, 1981) y a funciones de memoria.

De hecho, un aumento en la amplitud de la P300 predice el éxito en la ejecución subsecuente en pruebas de reconocimiento (Johnson *et al.*, 1985; Neville *et al.*, 1986). Johnson *et al.* (1985) señalan que la amplitud y latencia de la P300 pueden ser interpretadas como el reflejo del incremento de la capacidad de discriminación de los estímulos, y como un incremento en la resistencia de las huellas mnémicas. McCarthy y Donchin (1981) indican que el componente P300 (registrado alrededor de los 600 mseg) es sensible a la duración de los procesos de evaluación y relativamente insensible a los procesos de selección de respuestas, lo cual podría explicar porque la latencia de dicho componente no resultó alterada por la ejecución en el presente experimento. Además, el componente P300 asociado a las respuestas correctas en el presente estudio, puede estar reflejando procesos de evaluación del estímulo como lo sugieren McCarthy y Donchin (1981).

Potenciales similares a los componentes N400 y P300 también se han encontrado en investigaciones con registro de potenciales intracraneales obtenidos en las estructuras del lóbulo temporal medial, principalmente el componente N400 en el hipocampo (Guillem, N'kaoua, Rougier y Claverie 1996; Smith *et al.*, 1986), lo que ha ayudado a esclarecer el origen de la actividad neuronal que se manifiesta en los cambios eléctricos.

La relación de los componentes N400 y P300 se ha estudiado para identificar si ambos potenciales son independientes o si se encuentran interrelacionados. De acuerdo a Smith *et al.* (1986), el componente N400 se relaciona al proceso de

formación y recuperación de la memoria, y el potencial P300 se asocia al cierre del ciclo de reconocimiento. Gunter *et al.* (1995) señalan que el componente P300 tiene relación con el proceso de almacenamiento y que el potencial N400 se relaciona con la recuperación de información. Según Stuss *et al.* (1983), es probable que exista un traslape del componente P300 u otras ondas lentas sobre el potencial N400, y que este último componente ocurre cuando la evaluación inicial del estímulo señala que es necesario un proceso más complejo. De acuerdo con los datos obtenidos en el presente estudio, el componente N400 representa el acceso a la memoria a largo plazo mientras que el componente P300, refleja los procesos subsecuentes de reconocimiento que llevan a una respuesta acertada por parte del sujeto.

SEGURIDAD

En el presente estudio se encontró un potencial N400 de mayor amplitud en los ensayos inseguros en comparación con los ensayos seguros y un componente P600 de mayor amplitud durante los ensayos seguros que durante los inseguros. Estos datos están en contraposición con los resultados obtenidos por De Swart, Kok y Das-Smaal (1981) quienes encontraron que la amplitud del componente P300 no resultó afectada por el nivel de seguridad reportado por el sujeto al proporcionar su respuesta, además de que el componente N400 no se observó. No obstante, es importante considerar que dicho estudio utilizó un paradigma para evaluar el efecto de la retroalimentación sobre la seguridad del sujeto. Además, no se obtuvieron los potenciales relacionados a eventos antes de la generación de la respuesta, sino después de ésta y ante el estímulo de retroalimentación. El diferente procedimiento entre el estudio de De Swart *et al.* (1981) y el presente, seguramente explica los diferentes resultados obtenidos en ambos estudios.

Sin embargo, los datos obtenidos en el presente estudio no permiten determinar que la seguridad o inseguridad con la que se proporciona una respuesta se relaciona con un potencial evocado específico. Una explicación alternativa de los resultados es que el potencial N400 relacionado a los ensayos inseguros se debe a que la mayor cantidad de ensayos inseguros corresponden a ensayos incongruentes e incorrectos, y ambas categorías presentaron el componente N400. De manera

semejante, la presencia del componente P300 en las respuestas seguras coincide con que este componente predominó en las respuestas correctas y congruentes que fueron juzgadas más frecuentemente como seguras.

Por el contrario, los resultados del análisis de la latencia de los potenciales relacionados a eventos en comparación con los de amplitud sí parecen proporcionar información adicional sobre el efecto de la seguridad en las respuestas fisiológicas. Los ensayos contestados con inseguridad por el sujeto se caracterizan porque la latencia del potencial N400 fue significativamente mayor que en los ensayos contestados con seguridad, específicamente, en los electrodos frontal y central del hemisferio derecho (F4 y C4). Lo anterior puede interpretarse como un aumento del tiempo de procesamiento cuando el sujeto se da cuenta de que no posee la información solicitada, y como evidencia de que existe una mayor participación de la zona frontal derecha cuando hay dificultad para encontrar información en el almacén de la memoria a largo plazo.

CONGRUENCIA Y EJECUCION

El resultado más significativo obtenido del análisis de la relación congruencia y ejecución es la disminución en la latencia del componente N400 en los ensayos congruentes incorrectos (falsas alarmas) en comparación con los ensayos incongruentes incorrectos (errores). Los ensayos incongruentes y las respuestas incorrectas por sí solos produjeron un retraso en la latencia del potencial N400. Sin embargo, en este caso se observó un adelanto en la latencia relacionado a respuestas incorrectas pero exclusivamente cuando el sujeto se encuentra ante un par de estímulos asociados correctamente. En los resultados conductuales se observó que el tiempo de reacción fue más rápido en los Rechazos acertados (ensayos congruentes correctos) que en las Falsas alarmas (ensayos congruentes incorrectos) lo cual indica que en este caso no hay una relación entre el TR y la latencia del potencial N400.

CONCLUSIONES

Los resultados de esta investigación mostraron la presencia del componente N400 con una mayor amplitud ante los ensayos incongruentes que ante los congruentes, lo que indica que esta negatividad aparece ante incongruencias más generales y no tan sólo ante la violación semántica. La naturaleza exacta de los procesos que se relacionan con la generación del componente N400 todavía no tienen una identificación precisa, sin embargo, la evidencia actual sugiere que dicho potencial y otras ondas negativas suscitadas ante diferentes incongruencias, se relacionan con procesos asociativos entre distintos elementos almacenados en la memoria a largo plazo.

El componente N400 parece relacionarse con la ejecución incorrecta de los sujetos debido a una falta de conocimiento de los estímulos, efecto similar a lo observado con los estímulos nuevos en las tareas de reconocimiento.

Los factores incongruencia y falta de reconocimiento influyen en el aumento de la amplitud del componente N400 de una manera independiente ya que en el análisis de acuerdo al tipo de ensayo, donde sólo se incluyeron los ensayos correctos, el componente N400 presenta mayor amplitud ante la información no congruente.

En consecuencia, el componente N400 no parece reflejar procesos pre o post lexicales, sino un proceso de búsqueda en la memoria. La existencia de diferencias en este componente entre los diferentes códigos (semánticos, fonológicos, etc.), no es evidencia suficiente para afirmar que existen diferentes componentes negativos asociadas a distintos procesos.

En cambio, el componente P300 (600 mseg) que se presenta ante los ensayos congruentes y correctos parece relacionarse con la discriminación y accesibilidad del estímulo en memoria a largo plazo. Ambos componentes están reflejando procesos de reconocimiento de la información expuesta.

Por último, el retraso en la latencia del componente N400 en las derivaciones F4 y C4 ante los ensayos inseguros, sugiere que las regiones anteriores derechas juegan un papel importante durante la evaluación de estímulos que no corresponden con la información almacenada en la memoria a largo plazo.

El estudio de la memoria mediante potenciales relacionados a eventos corresponde a las líneas de investigación sobre la temporalidad de los procesos mentales y en la comparación de la intensidad de la excitación nerviosa relacionada a dos tareas diferentes. Este estudio aporta datos sobre la sensibilidad de ésta técnica en la demostración de diferencias fisiológicas cuando el sujeto recupera información que está dispuesta de manera congruente o incongruente.

Referencias

- Adarraga, P. (1991) Memoria Semántica. En J. M. Ruiz-Vargas *Psicología de la Memoria*. Madrid: Alianza.
- Aguilar (1995) *Atlas del Mundo*. Barcelona: Cayfosa.
- Anderson, J. R. (1974) Retrieval of propositional information from long term memory. *Cognitive Psychology*, 6 : 451-474.
- Andreasen, N. C., O'leary, D. S., Arndt, S., Cizadlo, T., Rezal, K., Watkins, G. L., Boles Ponto, L. L. y Hichwa, R. (1995 a) I. PET studies of memory: Novel and practiced free recall of complex narratives. *Neuroimage*, 2: 284-295.
- Andreasen, N. C., O'leary, D. S., Arndt, S., Cizadlo, T., Rezal, K., Watkins, G. L., Boles Ponto, L. L. y Hichwa, R. (1995 b) II. PET studies of memory: Novel versus practiced free recall of word lists. *Neuroimage*, 2: 296-305.
- Baddeley, A. (1988) Cognitive psychology and human memory. *Tins*, 11 (4): 176-181.
- Baddeley, A. (1990) *Human memory: Theory and practice*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Baddeley, A. y Patterson, P. (1971) The relationship between long-term and short-term memory. *British Journal Bulletin*, 27: 237-242.
- Bahrnick, H. P. (1984) Semantic memory content in permastore: 50 years of memory for spanish learned in school. *Journal of Experimental Psychology: General*, 113: 1-29.
- Bahrnick, H. P. (1992) Stabilized memory of unrehearsed knowledge. *Journal of Experimental Psychology: General*, 121: 112-113.
- Bahrnick, H. P., Bahrnick, P. O. y Wittlinger, R. P. (1975) Fifty years of memory for names and faces: A cross-sectional approach. *Journal of Experimental Psychology: General*, 104: 54-75.
- Bahrnick, H. P. y Hall, L. K. (1991) Lifetime maintenace of high school mathematics content. *Journal of Experimental Psychology: General*, 120 (1): 20-33.
- Bauer, H. y Nirnberger, G. (1981) Concept identification as a fuction preceding negative or positive spontaneus shifts in slow brain potentials. *Psychophysiology*, 18: 466-469.
- Bentin, S. (1987) Event related potentials, semantic process and expectancy factors in word recognition. *Brain and Language*, 31: 308-327.
- Bentin, S., McCarthy, G. y Wood, C. C. (1985) Event-related potentials, lexical decision, and semantic priming. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 60: 343-355.
- Bentin, S., Moscovitch, M. y Heth, I. (1992) Memory with and without awareness: Performance and electrophysiological evidence of savings. *Journal of Experimental Psychology : Learning, Memory and Cognition*, 18 (6): 1270-1283.

-
- Body, J. y Weinberg, H. (1981) Brain potentials, perceptual mechanisms and semantic categorization. *Biological Psychology*, 12: 43-51.
 - Brown, N. R. (1990) Organization of public events in long term memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, 119 (3): 279-314.
 - Cofer, C. N. (1979) *Estructura de la Memoria Humana*. Barcelona, España: Ed. Omega.
 - Coles, M. (1989) Modern mind-brain reading. Psychophysiology, physiology and cognition. *Psychophysiology* 26 (3) : 254-269.
 - Conway, M. A., Cohen, G. y Stanhope, N. (1991) On the very long term retention of knowledge acquired through formal education: twelve years of cognitive psychology. *Journal of Experimental Psychology: General*, 120 (4): 395-409.
 - De Swart, J. H., Kok, A. y Das-Smaal, E. A. (1981) P300 and uncertainty reduction in a concept identification task. *Psychophysiology*, 18 (6) : 619-629.
 - Encyclopædia Britannica (1979) USA: Encyclopædia Britannica (15va ed.).
 - Donchin, E. (1981) Surprise! ... Surprise?. *Psychophysiology*, 18: 493-513.
 - Fischler, I. (1977) Associative facilitation without expectancy in a lexical decision task. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 3: 18-26.
 - Fischler, I. (1990) Comprehending language with event-related potentials. En J. Rohrbaugh, R. Parasuraman y Jr. R. Johnson, *Event-Related Potentials*. New York: Oxford University Press.
 - Fischler, I., Bloom, P. A., Childers, D. G., Arroyo, A. A. y Perry, N. W. (1984) Brain potentials during sentence verification: Late negativity and long-term memory strength. *Neuropsychologia*, 22 (5) : 559-568.
 - Fischler, I., Bloom, P. A., Childers, D., Roucos, S. E. y Perry, N. W. Jr. (1983) Brain potentials related to stages of sentence verification. *Psychophysiology*, 20 (4): 400-409.
 - Fischler, I., Boaz, T., Childers, D., y Perry, N. W. Jr. (1985) Lexical and propositional components of priming during sentence comprehension (Resumen). *Psychophysiology* 22 (5) : 576
 - Friedman, D. (1990) Cognitive event-related potential components during continuous recognition memory for pictures. *Psychophysiology*, 27: 136-148.
 - Goldman-Rakic, P. S. (1993) La memoria funcional y la mente. En *Mente y Cerebro* (pp. 74-82). Barcelona, España: Prensa Científica.
 - Guillen, F., N'kaoua, B., Rougier, A. y Claverie, B. (1995) Intracranial topography of event-related potentials (N400/P600) elicited during a continuous recognition memory task. *Psychophysiology*, 32: 382-392.
 - Guillen, F., N'kaoua, B., Rougier, A. y Claverie, B. (1996) Differential involvement of the human temporal lobe structures in short and long-term memory processes assessed by intracranial ERPs. *Psychophysiology*, 33 : 720-730
-

-
- Gunter, T. C., Jackson, J. L. y Mulder, G. (1995) Lenguaje, memory and aging: An electrophysiological exploration of N400 during reading of memory-demanding sentences. *Psychophysiology*, 32: 215-229.
 - Hagoort, P. y Kutas, M. (1995) Electrophysiological insights into language deficits. En F. Boller y J. Grafman (Eds.) *Handbook of Neuropsychology* (Vol. 9).
 - Heil, M., Rösler, F. y Hennighausen, E. (1997) Topography of brain electrical activity dissociates the retrieval of spatial versus verbal information from episodic long term memory in humans. *Neuroscience Letters*, 222 : 45-48.
 - Hillyard, S. A. y Kutas, M. (1983) Electrophysiology of cognitive processing. *Annual Review of Psychology*, 34: 33-61.
 - Hyman, I. E. y Rubin, D. C. (1990) Memorabeatlia: A naturalistic study of long term memory. *Memory and Cognition*, 18 (2): 205-214.
 - Jennings, J. y Wood, C.C. (1976) The ϵ -Adjustment procedure for repeated-measures analyses of variance. *Psychophysiology*, 13 (3) : 277-278.
 - Jetter, W., Poser, U., Freeman, R.B. y Markowitsch, H.J. (1986) A verbal long term memory deficit in frontal lobe damage patients. *Cortex*, 22: 229-242.
 - Johnson, R., Pfefferbaum, A. y Kopell, B. S. (1985) P300 and long term memory: Latency predicts recognition performance. *Psychophysiology*, 22 :497-507.
 - Kapur, N., Friston, K. J., Young, A., Frith, C. D. y Frackowiak, R. S. J. (1995) Activation of human hippocampal formation during memory for faces: A PET study. *Cortex*, 31: 99-108.
 - Kelley, C. M. y Lindsay, D. S. (1993) Remembering mistaken for knowing: Ease of retrieval as a basis for confidence in answers to general knowledge questions. *Journal of Memory and Language*, 32: 1-24.
 - Klatzky, R. (1980) *Human Memory Structures and Process*. (2da. ed.) USA: Freeman.
 - Koriat, A. y Goldsmith, M. (1994) Memory in naturalistic and laboratory contexts: Distinguishing the accuracy-oriented approaches to memory assesment. *Journal of Experimental Psychology: General*, 123 (3) :297-315.
 - Kutas, M. y Hillyard, S. A. (1980) Reading senseless sentences: Brain potentials reflect semantic incongruity. *Science*, 207: 203-205.
 - Loftus, G. R. y Loftus, E. F. (1976) *Human memory. The procesing of information*. Hillsdale, N. J.: Lawrence Erlbaum.
 - Luria, A. R. (1980) *Neuropsicología de la Memoria*. Madrid, España: Ed. H. Blume.
 - Martínez, J. L. y Kesner, R. P. (1986) *Learning and Memory. A biological review*. USA: Academic Press.
 - McCarthy, G. y Donchin, E. (1981) A metric for thought: a comparison of P300 latency and time reaction. *Science*, 211 (2) : 77-80.
-

-
- Meyer, D. E. y Schvaneveldt, R. W. (1979) Significado, estructura de la memoria y procesos mentales. En C. N. Cofer *Estructura de la Memoria Humana* (Cap. 4). Barcelona, España: Ed. Omega.
 - Morris, C. C. (1990) Retrieval process underlying confidence in comprehension judgements. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 16: 223-232
 - Murdock, B. B. y Dufty, P.O. (1972) Strength theory and recognition memory. *Journal of Experimental Psychology*, 94: 284-290.
 - Neisser, U. (1985) *Psicología Cognoscitiva*. México: Ed. Trillas.
 - Nelson, T. O. y Narens, L. (1990) Metamemory: a theoretical framework and new findings. En G. H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation* 26: 125-173. New York: Academic Press.
 - Neville, H.J., Kutas, M., Chesney, G. and Schmidt, A. L. (1986) Event related brain potentials during initial encoding and recognition memory of congruous words. *Journal of Memory and Language*, 25: 75-92
 - Neville, H.J., Kutas, M. y Schmidt, A. (1982) Event-related potential of cerebral specialization during reading. *Brain and Language*, 16: 300-315
 - Paller, K. A. (1990) Recall stem-completion priming have different electrophysiological correlates and are modified differentially by directed forgetting. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 16: 1021-1031.
 - Peterson, S.E., Fox, P.T., Posner, M.I., Mintum, M. y Raichle, M. E. (1988) Positron emission tomography studies of the cortical anatomy of single word processing. *Nature*, 331: 585-589.
 - Polich, J. (1985) N400s from sentences, semantic categories, number and letter strings? *Bulletin Psychonomic Society*, 23: 361-364.
 - Polich, J. (1993) Cognitive brain potentials. *Currents directions in psychology science*, 2 (6): 175-179.
 - Polich, J., Vanasse, L. y Donchin E. (1981) Category expectancy and the N200. *Psychophysiology*, 18: 142 (Resumen).
 - Pritchard, W. W., Coles, M. G. H. y Donchin, E. (1982) N200 amplitude as a function of degree of mismatch in a word categorization paradigm. *Psychophysiology*, 19: 580.
 - Rigall, C. (1996) Análisis neurolingüístico y electrofisiológico de la sintaxis en español. Tesis. México: Fac. de Psicología UNAM.
 - Ritter, W., Simson, R. y Vaughan, H. G. (1983) Event-related potential correlates of two stages of information processing in physical and semantic discrimination task, *Psychophysiology* 20: 168-179.
 - Rösler, F., Heil, M. y Glowalla, U. (1993) Monitorin Retrieval from long term memory by slow event related brain potentials. *Psychophysiology*, 30 : 170-182.
-

-
- Rugg M. D. (1984) Event-related potentials in phonological matching task. *Brain and Language*, 23:225-240.
 - Rugg, M. D. (1987) Dissociation of semantic priming, word and non-word repetition effects by event-related potentials. *Quarterly Journal Experimental Psychology*, 39A: 123-147.
 - Rugg, M. D. y Doyle, M C. (1992) Event-related potentials and recognition memory for low and high-frequency words. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 4 (1) : 69-79.
 - Rugg, M. D. y Naggy, M. E. (1989) Event-related potentials and recognition memory for words. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 72: 395-406.
 - Ruiz-Vargas, J. M. (1991) *Psicología de la Memoria*. Madrid: Alianza.
 - Schacter, D. L. (1987) Implicit memory: History and current status. *Journal of experimental psychology: Learning, Memory and Cognition*, 13: 501-518.
 - Semb, G. B, Ellis, J. A. y Araujo J. (1993) Long term memory for knowledge learned in school. *Journal of Educational Psychology*, Jun 85 (2): 305-316.
 - Smirnov, A. A., Leontiev, A. N., Rubinshtein, S. L. y Tieplov, B. M. (1960) *Psicología* (Trad. F. Villa Landa) México: Ed. Grijalbo.
 - Smith, M. E. (1993) Neurophysiological manifestations of recollective experience during recognition memory judgments *Journal of Cognitive Neuroscience* 5 (1) : 1-13.
 - Smith, M. E. y Halgren, E. (1989) Dissociation of recognition memory components following temporal lobe lesions. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 15 (1) : 50-60.
 - Smith, M. E., Stapleton, J. M. y Halgren, E. (1986) Human medial temporal lobe potentials evoked in memory and language tasks. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology* 63 : 145- 159.
 - Snodgrass, J.G. y Vanderwart, M. (1980) A Standardized set of 260 pictures: Norms for name agreement, image agreement, familiarity and visual complexity. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 6 (2) :174-215.
 - Stuss, D. T., Sarazin, F. F., Leech, E. E. y Picton, T. W. (1983) Event-related potentials during naming and mental rotation. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 56: 133-146.
 - Stuss, D. T.; Picton, T. W. y Cerri, A. M. (1986) Searching for the names of pictures: An event-related potentials study. *Psychophysiology*, 23: 215-223.
 - Stuss, D. T.; Picton, T. W. y Cerri, A. M. (1988) Electrophysiological manifestations of typicality judgment. *Brain and Language*, 33: 260-272.
 - Squire, L.R. (1987) *Memory and Brain*. New York: Oxford University Press.
 - Teyler, T. J. (1986) Electrophysiology of Memory. En J. L. Martínez y R. P. Kesner, *Learning and Memory. A biological review* (Cap. 7) USA: Academic Press.
-

- Teyler T. J. y DiScenna P. (1986) The hippocampal memory indexing theory. *Behavioral Neuroscience*, 100: 147-154.
- Tulving, E. (1972) *Organization of Memory*. Academic Press. 382-403
- Tulving, E. (1984) Precis of elements of episodic memory. *Behavioral and Brain Sciences*, 7: 223-268.
- Tulving, E., Kapur, S., Craik, F. I. M., Moscovitch, M. y Houle, S. (1994) Hemispheric encoding/retrieval asymmetry in episodic memory: Positron emission tomography findings. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 91: 2016-2020.
- Valdés-Sosa, M. y Bobes, M. A. (1990) Making sense out of words and faces: ERP evidence for multiple memory systems. En E. R. John (Ed.) *Machinery of Mind* (pp. 252-288). Boston, USA: Birkhauser.
- Vaughan, J., Sherif, K., O'Sullivan, R. L., Hermann, D. J. y Weldon, D. A. (1982) Cortical evoked responses to synonyms and antonyms. *Memory and Cognition*, 10: 225-231.
- Wright, D. B. (1996) Methodological issues for naturalistic event memory research. En D. Payne y F. Conrad (Eds.) *Intersections in basic and applied memory research*: Erlbaum: 69-86.
- Zola-Morgan, S. y Squire, L. R. (1993) Neuroanatomy of memory. *Annual Review of Neuroscience*, 16: 547-563.