



Universidad de Guadalajara

Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias

División de Ciencias Biológicas

Departamento de Ciencias Ambientales

INSTITUTO DE NEUROCIENCIAS

Valoración emocional y actividad eléctrica cerebral

Tesis

Para obtener el grado de

MAESTRO EN CIENCIA DEL COMPORTAMIENTO (OPCIÓN NEUROCIENCIA)

Presenta

Rodrigo Guzmán Anaya

Comité tutorial

Dr. Andrés Antonio González Garrido (Director)

Dra. Julieta Ramos Loyo

Mtro. Sergio Meneses Ortega

Agradecimientos

A mis padres, por brindarme su apoyo en todo momento, por celebrar todos mis logros que son suyos y por su amor incondicional. Porque gracias a ellos estoy aquí.

A mis hermanos, Francisco, por ser un ejemplo digno de emular además mi gran amigo durante toda mi vida, Gabriela por enseñarme qué con dedicación, esfuerzo y constancia se puede alcanzar cualquier meta que uno se proponga y Ana Laura, por ser mi confidente y enseñarme que en la distancia uno puede seguir siempre cerca cuando nos une el amor.

A mis familiares por su apoyo y cariño, por estar siempre allí y brindarme tan lindos momentos.

Al Doctor Andrés por ser mi tutor, por guiarme en este proceso y por enseñarme tantas cosas valiosas, por creer en mí, aceptarme en su laboratorio y darme siempre su apoyo. Gracias por su disposición y por compartir su valioso tiempo conmigo.

A la Doctora Fabiola por su apoyo incondicional, por enseñarme aspectos tan importantes de la investigación y por hacerme correcciones fundamentales. Por su disposición y por ser un ejemplo de dedicación.

Al Maestro Sergio, por sus pertinentes observaciones en cada ocasión solicitada, sus comentarios tan precisos, sus clases inmejorables, por la disposición que siempre mostró para conmigo.

A la Doctora Julieta, por sus importantes observaciones, sugerencias y aportaciones al proyecto, por ser parte fundamental en mi formación.

A mis compañeros de laboratorio, por su apoyo, su ayuda y sus aportaciones al proyecto, por generar un ambiente agradable y compartir su conocimiento, en especial a Adriana por su apoyo.

A mis compañeros de generación, Minerva, Erika, Alma Gabriela, Alma Cristina, Elena, Juan Pablo, Juan Ramiro y Raymundo, por la amistad, por los buenos momentos

compartidos a lo largo de estos tres años, porque en cada uno de ellos encontré un ser humano excepcional y grandes amigos que se quedan conmigo para toda la vida.

Al CONACYT por becarne y permitirme poder llevar acabo esta Maestría y proyecto de vida.

Al instituto de neurociencias por darme la oportunidad de formar parte de su plantel y permitirme llevar a cabo este trabajo, gracias a todos mis profesores por compartir todos sus conocimientos.

A Rocío por estar en mi vida y por ser tan linda, por compartir todos esos bonitos momentos, por su cariño y apoyo, por todo, por ser lo mejor que me han dado las Neurociencias.

Gracias a todos!

RESUMEN

La valoración emocional representa un mecanismo clave para la supervivencia. Entender cómo un estímulo adquiere una connotación emocional y cómo este aprendizaje se transfiere a valoraciones posteriores es crucial para comprender las emociones. **Objetivos:** Evaluar las respuestas conductuales y electrofisiológicas de un grupo de 15 mujeres jóvenes sanas ante la categorización emocional de figuras polimorfas no denominables y el efecto de su asociación reiterada con imágenes emocionalmente valentes. **Métodos:** Se obtuvieron los Potenciales Relacionados con Eventos (PREs) y los cambios en la frecuencia cardíaca ante la ejecución de una tarea de categorización (en placentera, neutra o displacentera) de figuras sin forma definida (características predominantemente cuadradas, redondeadas o puntiagudas) al inicio (*condición pre-asociación*) y al final del experimento (*condiciones Post-asociación y no asociación/generalización*). Posterior a la ejecución inicial de la tarea referida se realizaron 3 sesiones de condicionamiento o asociación (en días consecutivos), caracterizadas por la presentación de pares de imágenes compuestas por una de las figuras polimorfas presentadas al inicio (500ms) seguida inmediatamente por una escena IAPS (1500ms). Las imágenes predominantemente cuadradas se asociaron con escenas neutras, las predominantemente puntiagudas con escenas placenteras y las redondeadas con displacenteras. Al final de estas sesiones se repitió la tarea de categorización emocional incluyendo figuras no presentadas con anterioridad y de aspecto similar a las ya exhibidas (*no asociación/generalización*). **Resultados:** Las figuras redondeadas (inicialmente valoradas principalmente como placenteras) exhibieron un cambio significativo en la asignación de valencia post-asociación, con relación al mostrado por las puntiagudas. El juicio emocional de los nuevos estímulos no asociados mostró características similares a las resultantes del proceso de asociación. Los PREs mostraron diferencias sustanciales en la amplitud de los componentes P2, N4 y la positividad posterior a 600 ms en el segundo registro con respecto al primero, tanto para las imágenes redondeadas como para las puntiagudas. Las imágenes novedosas no asociadas compartieron morfología similar con la observada en los PREs pre y post-asociación para P2 y N4. **Conclusiones:** La experiencia individual previa parece determinar que estímulos novedosos no valentes adquieran más fácilmente una connotación emocional negativa que una positiva (o la ajusten de positiva a negativa), lo que probablemente representa un rasgo adaptativo del desarrollo emocional.

ABSTRACT

The appraisal is a key mechanism for survival. That is why it is crucial to understand the processes underlying emotional valence acquisition and the way this knowledge spread into subsequent environmental emotional evaluations. **Objectives:** To evaluate both behavioral and electrophysiological responses from 15 young healthy women while performing an emotional categorization task (into pleasant, unpleasant or neutral) of polymorphous draws (which could be characterized as predominantly squared, rounded or spiky, respectively), and the effect of their repeated association with emotionally relevant pictures from IAPS, as well. **Methods:** ERPs and heart rate were evaluated during experimental task performance –at the beginning and the end of the experiment-. Subsequent to the first execution of the task, three conditioning sessions were carried out (on consecutive days). In each session pairs of stimuli were repeatedly shown, consisting on one polymorphous draw immediately succeeded by an IAPS picture which lasted 500 and 1500 ms, respectively. Predominantly squared draws were associated with neutral pictures, while predominantly rounded were related to unpleasant and spiky with pleasant ones. After conditioning, experimental task was repeated including a group of brand-new draws physically similar to those previously presented. **Results:** Rounded draws (primarily categorized as pleasant at first) showed a significant change –after conditioning- in their emotional valence as compared to spiky draws. Emotional judge on new draws showed similarities to that resultant from conditioning period. ERPs showed substantial differences between tasks for P2, N4 and the late positivity components for both rounded and spiky draws. Non-associated new draws showed similar morphology than that observed in the ERP components for P2 and N4 components both pre and post-conditioning. **Conclusions:** Previous experience seems to favor novel stimuli to acquire a negative emotional valence more easily than a positive (or adjusting from positive to negative), probably as an adaptive trait of the emotional judge development.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES	3
1.- Características de las emociones	3
2.- Appraisal	4
3.- Procesamiento de la información y las emociones	9
- Procesamiento de la información visual, reconocimiento de objetos	9
3.1- Procesamiento de estímulos con connotación emocional	13
- Atención	14
- Memoria y aprendizaje	15
- Estructuras cerebrales implicadas en la emoción y el reconocimiento de estímulos con implicaciones emocionales	19
4.- Componente de la respuesta corporal dentro de las emociones.	26
5.- Estudios de imágenes con valencia emocional e implicaciones teóricas	29
Estudios de potenciales relacionados con eventos (pres)	29
- Latencia corta (100-200ms)	30
- Latencia media (200-300ms)	30
- Latencia tardía (>300ms)	31
- Implicaciones teóricas	32
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	34
- Objetivos	36
- Hipótesis	37
- Variables	38
MATERIALES Y MÉTODOS	39
- Método	39
- Procedimiento	39
- Datos conductuales	44
- Registro electrofisiológico	44
- Análisis	44

RESULTADOS	46
DISCUSIÓN	65
CONCLUSIONES	75
BIBLIOGRAFÍA	76

INTRODUCCIÓN

El procesamiento de la información en el cerebro se basa en una compleja interacción de redes neuronales cuyo diseño, asociación y modificaciones sucesivas depende no sólo de sus potencialidades innatas, sino también de la exposición al ambiente, por lo que para su estudio se ha dividido en distintos subprocesos entre los cuales se encuentran las emociones.

Una emoción es la respuesta corporal y conductual (acción intencionada) ante un estímulo o serie de estímulos, lo que implica una relación entre individuo y objeto, persona o evento. Para determinar el sentido de dicha interacción se requiere un proceso de evaluación, el cual no es permanente al igual que la relación con el objeto, por lo que el estado emocional es una condición de corta duración (Parkinson, 1996). Los estímulos emocionales pueden ser caracterizados según dos dimensiones; la valencia afectiva (placentero/displacentero) y el alertamiento (“*arousal*”) que generan (Lang, 1995).

Existe el debate acerca de si la expresión de la emoción es producto 1) de una respuesta instintiva ante la presentación de un estímulo o 2) si factores cognitivos participan o afectan la expresión emocional al evaluar el estímulo entrante, con base en dicha valoración se llevaría a cabo la respuesta emocional. Considerando al cerebro como un sistema y a las emociones y procesos cognitivos como subsistemas, es difícil pensar en la no interacción entre estos dos procesos. Tomando la segunda postura, la valoración emocional (“*appraisal*”) de un estímulo implica codificar, almacenar temporalmente, recuperar la información anterior y compararla rápidamente con el estímulo entrante basados en la experiencia previa, misma que a la postre podría ser modificada por la propia interacción con el estímulo y la cual determinará la respuesta afectiva.

El cerebro parece hacer asociaciones mentales entre diferentes estímulos generando categorías que permiten analizar e interactuar con la realidad de manera óptima. El poder asignar rápidamente la calidad o significado de los estímulos con connotaciones emocionales permite determinar los focos de atención y obtener pistas que guíen la

conducta hacia objetivos (LaBar y LeDoux, 2003). La categorización emocional de los objetos parece estar determinada por la experiencia subjetiva, con grandes variaciones culturales asociadas a las características propias de cada estímulo.

Las conexiones estructurales y funcionales del cerebro que intervienen en el proceso del “*appraisal*” y el curso temporal de este constituyen el objetivo de diversos estudios. El acercamiento al análisis de las redes neuronales sensibles a este proceso podría efectuarse a través de los potenciales relacionados con eventos (PREs), técnica que permite analizar los cambios electrofisiológicos cuali-cuantitativos asociados al procesamiento cerebral de la información ante determinada tarea, de una manera no invasiva (Donaldson, Allan y Wilding, 2002).

En resumen, la forma en la que se categoriza y valora la connotación emocional de los estímulos implica, por lo anterior, un proceso cognitivo subyacente cuya naturaleza representa un desafío aún para las Neurociencias Cognitivas y constituye el sustrato central del presente trabajo, donde se examinó la respuesta conductual y electrofisiológica de un grupo de sujetos durante la ejecución de una tarea de categorización emocional de figuras amorfas con características predominantemente redondeadas, cuadradas y/o puntiagudas, en la que los participantes debían decidir si estas eran placenteras, neutras o displacenteras. Esta tarea se llevó a cabo en dos condiciones diferentes; antes y después de someter las figuras a un proceso de asociación o condicionamiento [se parearon las imágenes redondeadas con escenas displacenteras tomadas del IAPS (International Affective Picture System); las cuadradas con escenas IPAS neutras y las puntiagudas con escenas IAPS placenteras]. Posterior al proceso de asociación se volvió a realizar la tarea de categorización emocional, agregando imágenes novedosas con características parecidas a las que habían sido asociadas, a fin de evaluar si estas recibían una valoración similar. De forma simultánea a las tareas de categorización, a todos los sujetos se les registró la frecuencia cardíaca y el electroencefalograma (EEG) desde los sitios del Sistema Internacional 10/20 para obtener posteriormente los Potenciales Relacionados con Eventos (PREs).

ANTECEDENTES

1.- CARACTERÍSTICAS DE LAS EMOCIONES

La emoción es una respuesta *adaptativa* (Scherer y Tran, 2001) ante una *situación externa* que por sus particularidades afectan la percepción del sujeto, siendo esta modulada por la experiencia. En reacción al estímulo se experimenta una *respuesta corporal* característica (ej. cambios en la respiración, frecuencia cardíaca, etc.) que es acompañada en ciertos casos (debido a la habilidad de inhibir las expresiones) por una *expresión facial*, la cual provee información sobre las emociones de los individuos (Ekman, 1999).

Existen *distintas emociones* y se pueden caracterizar en base a su *valencia* positiva/placentera (ej. alegría) o negativa/displacentera (ej. tristeza, enojo y miedo) y, por el nivel de “*arousal*” ((Rolls, 2005) asociado, donde a los estímulos que provocan una respuesta emocional podría asignárseles determinado “valor” en estas dos dimensiones. Las emociones son de *corta duración* y esto las diferencia de los sentimientos (Parkinson, 1995; Damasio, 2006) o estados afectivos.

Para algunos teóricos las emociones dependen, en gran medida, de un proceso de *valoración emocional* (“*appraisal*”) que resulta fundamental para la expresión y progreso de la respuesta afectiva (Roseman y Smith, 2001).

Recientemente se habla de las emociones como un proceso que implica diferentes componentes, es decir, una compleja interacción de redes neuronales que abarcan tanto funciones autonómicas como cognitivas. Esto sitúa al sistema emocional como un sustrato de un proceso que implica variadas estructuras y aspectos que influyen en la respuesta, misma que tienen un estrecho nexo con el medio circundante al organismo. Esta suposición implica que las emociones no son sólo aspectos instintivos.

Entre los argumentos que posibilitan la sugerencia de que las emociones requieren de la concurrencia de distintos procesos se encuentran los relacionados con casos de lesión cerebral (donde los cambios en el comportamiento afectivo dependen del área afectada) y de estudios de la respuesta conductual y cerebral ante estímulos con y sin connotaciones afectivas que obtienen la activación de distintas zonas corticales y subcorticales.

2.-APPRAISAL

Appraisal es un constructo teórico que se ha postulado en el tema de las emociones. El término comúnmente es utilizado en la literatura para designar la *valoración emotiva* de los eventos, donde el suceso “per se” se considera como punto de partida para el despliegue de determinada emoción y su desarrollo en base a un segundo proceso de *appraisal*. “*El principio fundamental de la teoría del appraisal es que la gente evalúa eventos en condiciones de percibirlos relevantes para sus necesidades y metas presentes, incluyendo sus habilidades para arreglárselas con las consecuencias y la compatibilidad de las acciones con normas sociales e ideales propios*” (Scherer, 2003, p. 564). La valoración por parte del sujeto se basa en la experiencia, el conocimiento que el sujeto ha adquirido del entorno que lo rodea.

Bajo este supuesto, la expresión de determinada emoción dependerá de cómo el sujeto valore un estímulo o evento y no de una respuesta automática propiciada por el estímulo. Teóricamente se han desarrollado diversas dimensiones que se consideran relevantes a la hora de evaluar un evento, determinando estas el tipo de expresión emocional y conductual. Dentro de ellas cabría mencionar las relacionadas con la definición de si los eventos son placenteros o displacenteros; no familiares o familiares; si son inesperados; si tienen implicaciones benéficas o perjudiciales; la incertidumbre sobre las implicaciones; la responsabilidad propia o de otros sobre un evento; si el evento es relevante para el bien propio o el de alguien más; y si el evento es compatible o no con las normas sociales de la persona” (Parkinson, 1996, p. 15). Además, hay otros factores a considerar como las capacidades y habilidades personales para enfrentarse a la situación.

Roseman y Smith (2001) mencionan que las teorías del *appraisal* han sido propuestas para contestar preguntas que otros modelos teóricos no parecen resolver, dentro de las cuales se encuentran 1) ¿cómo podemos explicar la diferente naturaleza de la respuesta emocional? 2) ¿cómo se pueden explicar las diferencias individuales y temporales en la respuesta emocional al mismo evento? 3) ¿cómo podemos explicar la gama de situaciones que evocan la misma emoción? 4) ¿qué desencadena el inicio del proceso de la respuesta emocional? 5) ¿cómo podemos explicar la conveniencia de respuestas emocionales a las situaciones en las que ocurren? 6) ¿qué explica el aspecto irracional de la emoción? 7) ¿cómo podemos inducir cambios en las emociones? Dentro de las distintas posturas de esta teoría parece haber un acuerdo en cuanto a que el “*appraisal*” precede y dispara la respuesta emocional, permitiendo que las emociones sean diferenciadas y que se puedan explicar variaciones individuales y temporales en la respuesta emocional. Estos autores señalan que se evocará la misma emoción cuando se asigne un particular modelo de *appraisal*. Valoraciones conflictivas, involuntarias o inapropiadas pueden explicar aspectos irracionales de las emociones, por lo que cambios en el proceso de valoración pueden explicar clínicamente los cambios inducidos en la emoción.

Recientemente se ha tratado de implementar este modelo teórico a las neurociencias. Scherer (2001) ha propuesto distintos componentes del procesamiento cerebral de la información emocional, recalcando principalmente al proceso del “*appraisal*” como eje fundamental del mismo. Ver Figura 1. En la figura, el recuadro superior izquierdo muestra la relación bidireccional entre el *appraisal* y distintas funciones cognitivas. Dependiendo de la relevancia del estímulo se verán implicados menores o mayores niveles atencionales. Si las características del estímulo resultan relevantes, entonces se comparan con determinados esquemas en memoria (donde sólo si el estímulo resulta novedoso e importante será almacenado). Posteriormente se comparan con los estados motivacionales actuales (teniendo en cuenta que el *appraisal* realizado puede cambiar el estado de motivación y producir tendencias adaptativas). Finalmente, se consideran las capacidades de afrontar el estímulo y las implicaciones de la respuesta con normas personales y sociales (Sander, Grandjean y Scherer, 2005). En base a todos estos procesos en su conjunto se expresará una respuesta emocional.

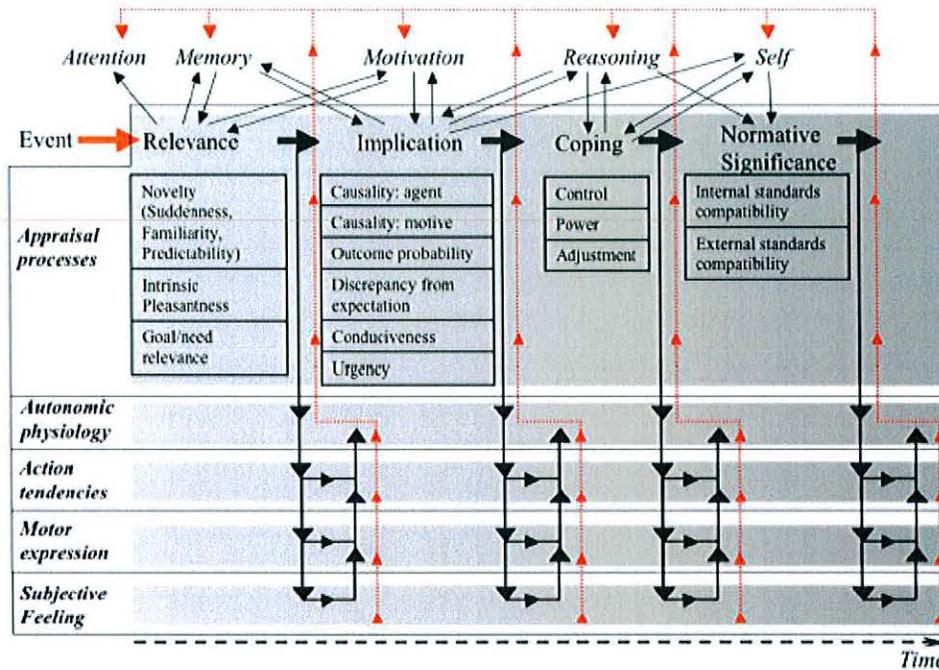


Fig. 1 Modelo del procesamiento de un estímulo/evento desde la perspectiva del *appraisal*. Tomado de Sander, Grandjean y Scherer (2005).

Ochsner y Gross (2005) plantean que varios estudios han mostrado consistentemente que los sistemas de *appraisal* emocional podrían estar relacionados con la participación de áreas prefrontales, donde el sistema de control podría ser el giro cingulado, siendo este último clave en el “*reappraisal*” (regulación emocional). Estos sistemas estarían encargados de la expectación e interpretación de los estímulos y en el aprendizaje de nuevas respuestas emocionales ante determinados estímulos. Bajo la perspectiva del “*appraisal*” la amígdala se podría considerar como una estructura importante dentro de este proceso, siendo clave en la detección de eventos relevantes (Sander, Grafman y Zalla, 2003).

Se han realizado varios estudios sobre el “*reappraisal*” que implica la alteración de la respuesta emocional actual o iniciación de una nueva a través de un proceso de acción cognitiva que minimiza la intensidad o duración de una emoción negativa (Lewis y Stieben, 2004) primordialmente. Este proceso implica un determinado control del estímulo entrante modulando la acción automática o predeterminada que este genera por sus características.

El proceso de regulación implica procesos cognitivos automatizados y con esfuerzo, encaminados a disfrutar más emociones positivas y evitar o evadir las negativas, es decir incrementar o decrecer la respuesta emocional. (Quirk y Beer, 2006).

La reevaluación del estímulo negativo parece implicar activación de la corteza prefrontal medial e inhibición de la amígdala, lo que sugiere un sistema de inhibición del área medial con la capacidad de modular la respuesta de la amígdala ante la expresión de un estímulo negativo, por otro lado parece existir un sistema excitador del área dorsal de la corteza prefrontal que podría estar involucrado en la excitación de la amígdala y la inhibición de la zona medial prefrontal, donde dicha acción participaría en el aumento de la expresión del miedo (Quirk y Beer, 2006). No obstante lo anterior, es difícil diferenciar la emoción y la regulación temporalmente por su rápida expresión, además de que el sistema cerebral es un flujo constante de sistemas regulatorios (Lewis y Stieben, 2004).

Críticas

Las propuestas existentes relacionadas con esta teoría han sido criticadas de manera general por 1) ser demasiado “cognitivas”; 2) porque en algunas situaciones el proceso de valoración no parece ser posible al presentarse una respuesta emocional espontánea e inconsciente; 3) por la falta de integración de los procesos que se encuentran dentro del término (Scherer, 2003). 4) a nivel de las neurociencias son pocas las investigaciones sobre dicho fenómeno. Se menciona que un estímulo no siempre desencadena un acto conductual específico (Rolls, 2005), por lo que en algunos casos el análisis de la información propuesto por esta teoría no siempre es factible. Por otro lado se discute por los mismos teóricos de esta perspectiva sobre si este análisis ocurre, como en el caso de lo postulado por Scherer, de manera secuencial o no.

Además hay varias críticas interesantes sobre las investigaciones que se han realizado para constatar el fenómeno del *appraisal*. Lazarus (1995) refiere que se debe comprobar que dicho acto de valoración se encuentra presente antes que una emoción y que los estudios sobre el tema se han centrado en la evaluación de dicho suceso después de que se presentó (probablemente por el corto tiempo que media entre el “*appraisal*” y la

emoción). Siemer, Gross y Maus (2007) mencionan que varias investigaciones se han hecho a través de evaluaciones de supuestas interpretaciones de los sujetos a través de reportes o cuestionarios, recordando o imaginando ciertas situaciones emocionales y no a lo que sucede en la reacción inmediata de un mismo evento controlado, lo que implica hipotéticas reacciones emocionales y de valoración, y no una emoción y valoración real, asimismo, se han medido poco las variedades de dimensiones de *appraisal* existentes para ver si son las responsables de determinadas emociones.

Tal vez la principal crítica es que la respuesta automática ante ciertas situaciones hace poco posible que los procesos cognitivos controlen la respuesta emocional, o sea poco modulable (Clore y Ortony, 2000), cuando menos en prontas instancias. Por otro lado, la expresión de una respuesta ante un estímulo que no es procesado de forma consciente son otro argumento en contra, lo que podría sugerir que existen mecanismos o aspectos de la emoción que yacen fuera del terreno cognitivo, más relacionados con mecanismos de supervivencia (Rains, 2005).

LeDoux sugiere que el estudio de la relación e influencia entre emoción y cognición depende de cómo estos se conceptualicen, sobre todo al hablar de la influencia de un subproceso sobre el otro: "si cognición es definida ampliamente e incluye procesamiento de información sensorial, tal como ocurre en el tálamo sensorial y/o la corteza sensorial, también como el que ocurre en áreas complejas de la corteza de asociación en el lóbulo frontal o hipocampo, entonces el procesamiento emocional por la amígdala es altamente de tipo cognitivo. Si el procesamiento cognitivo es definido estrechamente e influye sólo las altas funciones cerebrales, más probablemente mediadas por áreas complejas de asociación, entonces la emoción no es necesariamente dependiente del procesamiento cognitivo" (LeDoux, 1995).

Aunque la relación entre procesos emotivos y cognitivos es aún incierta, en general, la expresión de una emoción se vincula a la aparición de estímulos internos o externos. El procesamiento de la información es crucial para que el organismo se adapte al medio, lo que requiere evaluar los estímulos procedentes del exterior y distinguir aquellos relevantes

en determinado momento. Esta relevancia parece estar vinculada, al menos en una porción significativa, con el factor emocional. En el cerebro algunos estímulos se encuentran con una representación afectiva establecida, en otros, esta representación se forma con base a la experiencia del sujeto, de modo tal que las características del estímulo son importantes para su asignación afectiva.

3.-EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN Y LAS EMOCIONES

Procesamiento de la información visual y reconocimiento de objetos.

El atender y percibir el entorno que nos rodea es crucial para poder interactuar con el ambiente, es decir, guiar la conducta hacia determinados aspectos de la realidad. El reconocimiento de objetos es un proceso que el cerebro realiza a través de distintos análisis, que van desde visualizar sus características (ej. color, forma, textura) hasta su posición en el entorno, esto es, distinguirlo entre los demás objetos y el propio cuerpo como centro. Para esto se requiere analizar (conocer el objeto desde diferentes perspectivas) y reconocer (memoria) posteriores exposiciones. Las alteraciones de dichos aspectos ocasionan un deterioro de la interacción con la realidad que varía dependiendo de la fase del procesamiento que resulte afectada.

El sistema visual procesa la información en dos vías paralelas, una implicada en el reconocimiento de las características de los objetos (el qué) en áreas temporales y otra encargada de la localización (el dónde) en el que participan activamente las áreas parietales. La vía dorsal (magnocelular) que compete al “dónde” es producto de las proyecciones que transmiten información una vez llegada al área estriada hacia áreas V2 (extraestriada), posteriormente a V4, para finalizar en el área temporal media y finalmente en corteza parietal posterior. La vía ventral (parvocelular) que compete al “qué” tiene proyecciones del área estriada hacia V2, posteriormente a V4 y finalmente las aferencias se dirigen a la zona temporal inferior (Wurtz y Kandel, 2000). Ver Figura 2. Esto implica la descomposición primero y luego la reintegración de la información visual.

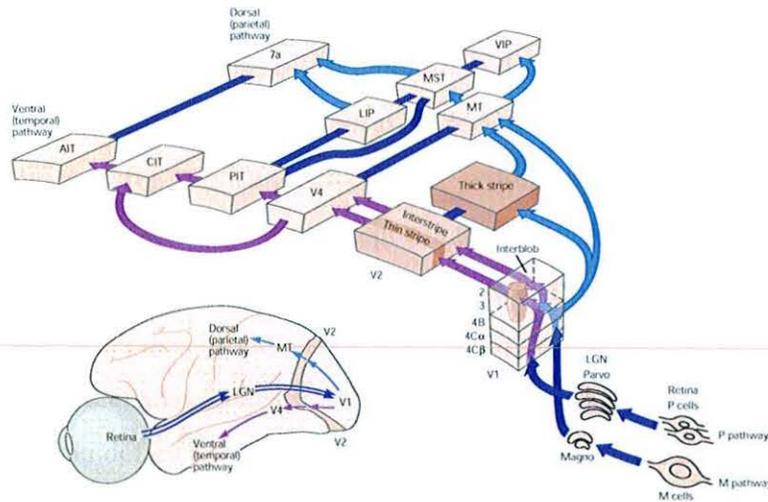


Fig. 2 Procesamiento de la información visual, vía dorsal y ventral. Tomada de Wurtz y Kandel (2000).

El cerebro reconoce un objeto de forma global, no importando la relación de este con respecto al cuerpo (ambos con la capacidad de ocupar posiciones distintas y modificar la relación). Esto permite identificar las cosas sin importar la perspectiva en que sean vistas (ej. el tamaño que algo pueda aparentar dependiendo de la distancia en que se mire, la posición en el que sea percibido en la retina y desde el punto de vista en que sea observado) (Rolls, 2005). A esto se le denomina *visión invariante*, y podría ser resultado de dos análisis: uno referente a las características del objeto y otro que concierne a aspectos de la orientación del mismo (Humphreys y Riddoch, 2006).

Lissauer (1890) postuló dos grandes fases para el reconocimiento visual, una denominada perceptiva (“*apperceptive*”) encaminada a la unión de las distintas características percibidas de un objeto para crear una representación global (morfológica), y una segunda involucrada en el almacenamiento del conocimiento sobre el objeto, es decir, su representación en memoria, donde ambos procesos posiblemente se realicen de manera fraccionada. El daño en el procesamiento de la primera fase implicaría un deterioro en la percepción visual de la forma del objeto (estructura) y de la segunda en su conocimiento semántico-simbólico (Humphreys y Riddoch, 2006).

Debido a la variabilidad de déficits en el reconocimiento de objetos se han planteado diversas hipótesis de cómo se organiza y representa en el cerebro el

conocimiento conceptual de las cosas. Se ha sugerido que el reconocimiento e identificación de los objetos de una categoría (cosas vivas y no vivas) depende de diferentes subsistemas semánticos (ej. visual/perceptual comparado con información funcional/asociativa). Esta hipótesis es planteada por la teoría funcional/sensorial postulada por Caramazza y Mahon (2006). Otra teoría es la del principio de la estructura correlacionada, que argumenta que las características correspondientes a las propiedades de los objetos concurren almacenadas juntas en el espacio semántico y por lo tanto el daño focal en el cerebro propicia déficit semánticos de categorías específicas, donde objetos con similares propiedades o correlacionados serían almacenados en áreas neuronales adyacentes, implicando que aquellos más relacionados con otros serán más resistentes a alteraciones. Otra teoría al respecto es del dominio específico, que sugiere que el procesamiento conceptual de un objeto es de dominio específico ya que está innatamente determinado por factores neurales, además de que las entradas de procesamiento están organizadas por el dominio del objeto. Finalmente el concepto de los objetos tiene que ver con el procesamiento de información interno del sistema motor-sensorial (Caramazza y Mahon, 2006).

A nivel estructural la representación objetal implica diversos sistemas (sensoriales, motores y asociativos) y diversas áreas podrían intervenir en la manipulación de la información semántica dependiendo del tipo (Martin y Chao, 2001). Diferentes categorías (ej. animales vs herramientas) activan distintas áreas en la región occipito-temporal, implicando la posible especialización neuronal en el reconocimiento visual. La activación de zonas laterales de los hemisferios temporales se han asociado con el posible procesamiento de objetos en movimiento, mientras que en la representación de su función/utilización parecen participan áreas ventrales premotoras. El reconocimiento más específico de un objeto particular (único) posiblemente implique la participación de áreas temporales anteriores, lo que sugeriría una organización jerárquica para la convergencia e integración de la información a través de la interacción de áreas anteriores y posteriores temporales. La participación de las áreas frontales (Brodmann, 45 y 47) se ha postulado como decisiva en la memoria de trabajo semántica la cual es responsable de la

recuperación, mantenimiento, monitoreo y manipulación de dicha información (Martin y Chao, 2001). Ver Figuras 3 y 4.

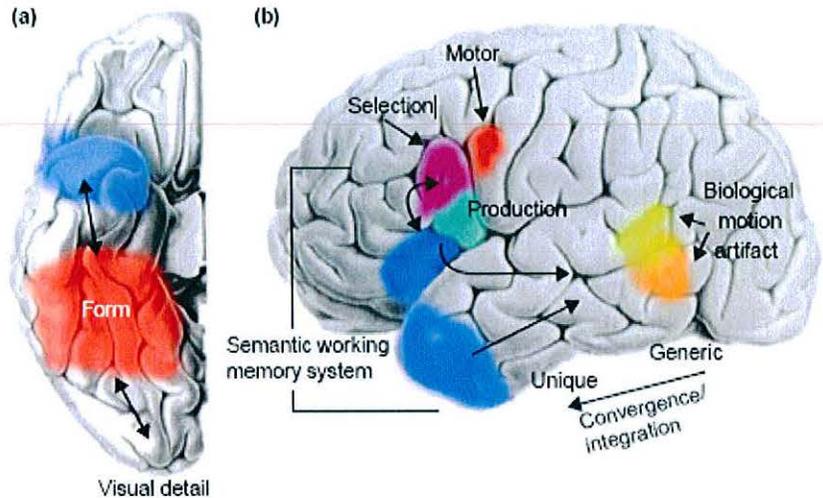


Fig. 3 Zonas que se han implicado en el representación de estímulos. Tomada de Martin y Chao (2001).

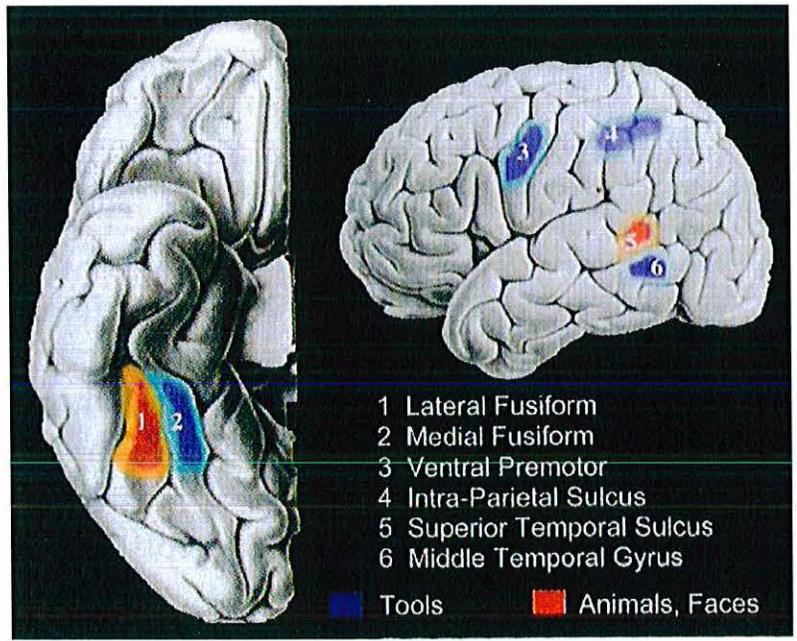


Fig. 4 Zonas que se han implicado en la representación de herramientas comparado con animales y rostros. Tomada de Caramazza y Mahon (2006).

El procesamiento y representación de los objetos a nivel semántico implica aspectos emocionales. Se han identificado áreas corticales y subcorticales que son indispensables para el reconocimiento de objetos capaces de generar respuestas emotivas. Un ejemplo son los rostros, donde estructuras del sistema límbico participan en el procesamiento de la información emocional de la expresión facial. Ver Figura 5.

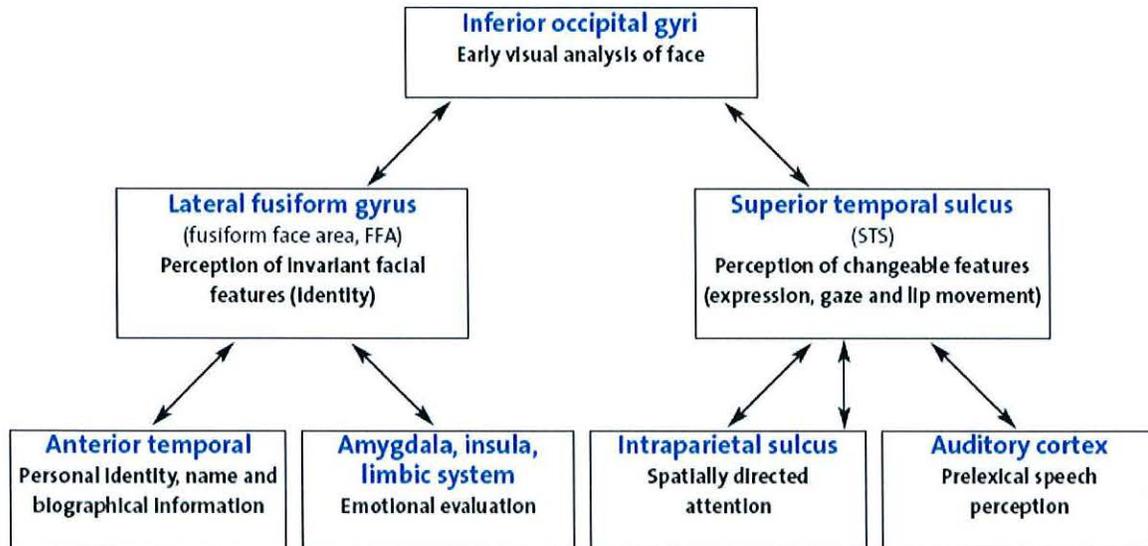


Fig. 5 Modelo implicado en el procesamiento global de rostros. Tomado de Cristinzio, Sander y Vuilleumier (2007).

3.1.-Procesamiento de estímulos con connotación emocional

Rolls (2005) menciona que existen estímulos que participan directamente en la conducta emotiva, los denominados reforzadores primarios (ej. sabor y olor de la comida), que son aquellos que el individuo tiene innatamente establecidos. Por otro lado se encuentran aquellos reforzadores secundarios que son determinados como recompensa o castigo a través de un aprendizaje asociativo en base a la experiencia. En el sistema visual son pocos los reforzadores de tipo primario, aunque Rolls sugiere que posiblemente los rostros con alguna expresión facial puedan pertenecer a este tipo.

La corteza temporal inferior es el área donde los objetos son principalmente representados y esta tiene afinidades a áreas fundamentales para la asociación de objetos con connotaciones emotivas (recompensa o castigo) como son la corteza orbitofrontal y la amígdala (Rolls, 2005).

Atención

La capacidad del sistema sensorial es limitada, por lo cual el cerebro parece estar estructurado para atender estímulos que representan información vital para el organismo. La información que se procesa del ambiente debe ser seleccionada entre diversos estímulos, teniéndose que elegir cuales se atienden con mayor prioridad. Uno de los factores por los cuales se toma esta decisión es el aspecto emocional, por lo que eventos con connotación afectiva parecen ser prioritarios. Este proceso de selección parece implicar una acción automatizada que es diferente a aquellos mecanismos atentos implicados en procesos voluntarios y esta clase de estímulos parece activar procesos neuronales o conexiones las cuales son menos sensibles a distractores. La emoción o aquellos estímulos capaces de generar una respuesta emotiva parecen tener grandes implicaciones en la modulación de aspectos atentos, perceptivos, de aprendizaje, memoria y cognitivos (Vuilleumier, 2005).

Para el análisis del ambiente se requiere de la atención sostenida, es decir, del enfoque consciente hacia determinados aspectos con omisión de otros, lo que parece ser regulado por cuestiones de supervivencia y motivacionales. La orientación de la atención puede ocurrir de manera voluntaria cuando el individuo se encuentra en acciones específicas e involuntaria cuando es evocada por un evento externo (Hugdahl y Stormark, 2003). Un estímulo cargado afectivamente parece atraer recursos atentos de manera automática, lo que hace suponer que el sistema cerebral clasifica de manera pronta las cosas que lo rodean en base a la información que tiene establecida de tales, percibiendo y comprendiendo el ambiente. La automatización del procesamiento afectivo sugiere que parte del procesamiento emocional podría transcurrir sin conciencia plena del mismo por parte del sujeto, lo que podría corresponder con lo denominado por algunos autores como atención y percepción subliminal (Phelps, 2005). Conexiones de vías directas provenientes

del tálamo sugieren que un estímulo condicionado puede provocar una respuesta de miedo (ej. “congelamiento” de la acción, cambios de la presión sanguínea) sin la necesidad de la intervención de la corteza, la cual actúa en la regulación cuando se produce una respuesta inapropiada (LeDoux, 1998), lo que apoya la propuesta de la existencia de un *desplazamiento negativo* (“negative bias” –ver más abajo-). Algunos estudios han demostrado que la amígdala podría modular el procesamiento de áreas visuales al presentarse un estímulo relevante (Phelps, 2005), vía modulación de la atención. Esta modulación/regulación emocional de la amígdala parece depender de un aprendizaje previo.

Memoria y aprendizaje

El reconocimiento de los objetos, más allá de sus características morfológicas, es fundamental para atender y actuar de acuerdo a la relevancia y exigencia de los mismos. Las propiedades que los identifican y diferencian son importantes al permitir la asociación entre cosas, lo que facilita el establecimiento de conexiones y por ende categorías mentales que permiten procesar las demandas del medio de manera más rápida y funcional. El análisis de información se basa en los aprendizajes previos que se constituyen a partir de la experiencia individual, donde a los objetos visuales se le asignan determinadas “etiquetas”. Aquellos con más significación en un momento específico (por su novedad o relevancia) serán atendidos con mayor probabilidad cuando se presenten que otros.

El *aprendizaje* es el proceso por el cual las experiencias modifican la forma de percibir, pensar, planear y reaccionar (Carlson, 1996); un cambio relativamente permanente/estable y posible gracias a la capacidad del cerebro para almacenar información y manipularla. Este es un proceso flexible que varía de especie a especie, y más allá de individuo a individuo en la misma especie, por lo que se encuentra delimitada por la estructura cerebral y la genética individual, además de la experiencia subjetiva. Una de las principales características del aprendizaje es la capacidad de generalizar de una experiencia inicial, transfiriendo el conocimiento y asociaciones de una instancia particular a una clase de objetos y eventos (Scherer y Tran, 2001; Rolls, 2005). Esto posibilita una respuesta inmediata y adaptativa gracias a la experiencia que ha permitido conformar un mundo

“lógico” (para el sujeto). Para Robert C. Bolles, el aprendizaje posibilita la anticipación a eventos y genera expectativas respecto a la realidad (citado en Hergenhahn y Matthew, 2005) donde tales predicciones guían la conducta.

Para que se lleve a cabo el aprendizaje se requiere de un sistema de memoria que permita la manipulación dinámica de la información. La memoria se puede dividir en varias formas para su entendimiento. A grandes rasgos y desde el punto de vista de su duración, la *memoria a largo plazo* se refiere al almacén más sólido y perdurable de información, en contraste con la *memoria a corto plazo* la cual es limitada ya que se asocia a una retención por tiempos reducidos (segundos). La *memoria de trabajo* –subtipo de memoria a corto plazo que permite el sostenimiento y manipulación simultánea de material- es importante como guía de la conducta y su regulación. Por el tipo del contenido de la información, la *memoria semántica* se refiere a los conocimientos generales compartidos por individuos que no se relacionan con ninguna experiencia en particular y la *episódica* (que es individual) resulta de las vivencias específicas de cada sujeto. Por otro lado, la forma en que la memoria se utiliza la divide en *declarativa* (explícita) dependiente de la recuperación consciente y *no declarativa* (implícita) o inconsciente, que se expresa mejor en procesos que se convierten en automáticos (Portellano, 2005). Al igual del “qué” y “dónde” del sistema visual, la memoria de la identidad de los objetos requiere de la participación de áreas temporales principalmente del hemisferio derecho y para recordar su localización espacial áreas parietales posteriores, donde conexiones con áreas frontales se han relacionado con periodos cortos de almacenamiento, mientras que periodos más largos se han asociado a conexiones con el hipocampo (Postma, Kessels y Asselen, 2008).

La emoción tiene efectos sobre el aprendizaje y la memoria al influir en la disponibilidad de aprender, funcionando como un detector de eventos relevantes. Esta influye sobre los procesos atencionales e incrementa la posibilidad de que un suceso sea almacenado (Scherer y Tran, 2001), aún en ausencia de deseo voluntario. La interacción estímulo-emoción es importante, sobre todo ante la necesidad de una respuesta rápida por las exigencias del medio. LeDoux (1996) menciona que las memorias emocionales son aquellas de carácter implícito sobre un evento emocional, diferentes a las memorias sobre

emociones que son explícitas. Las memorias emocionales participan de manera directa e inconsciente al presentarse el estímulo asociado, disparando una respuesta emocional automática (Armony, 2002), lo que implica una acción basada en la experiencia. Sin embargo, muchos de los eventos con contenidos emocionales requieren de una valoración consciente más detallada.

Parecen existir diversas conexiones que conforman variados sistemas de memoria en el ser humano a nivel estructural y estos son cruciales para analizar y reconocer determinadas características de los objetos y actuar en base a ellas. El hipocampo se ha relacionado con la memoria cognitiva, el núcleo caudado (regiones laterales) con la habituación de estímulo-respuesta y la amígdala se ha implicado en el almacenamiento de la relación estímulo-afecto o como posible modulador (por la valencia afectiva y “*arousal*” emocional presente en la situación) de procesos de memoria que ocurren en otras estructuras (ej. hipocampo y núcleo caudado) (Packard y Cahill, 2001). Se piensa que la amígdala modula el procesamiento hipocampal, resultando en la facilitación de la consolidación o almacenamiento de eventos que disparan una respuesta de activación. Estos eventos que resultan en una respuesta emocional y que son importantes para la supervivencia, son menos probables de ser olvidados (Phelps, 2005).

Algunas formas de aprendizaje de tipo emocional son: *Condicionamiento, miedo condicionado*: un estímulo condicionado (EC) es asociado con un estímulo con connotaciones emocionales (EI; estímulo incondicionado), de dicha asociación el estímulo condicionado adquiere una asignación emocional. La amígdala parece ser crucial en el condicionamiento de miedo, se encuentra fuertemente relacionada con la respuesta fisiológica ante la presentación del estímulo. El daño bilateral de esta estructura parece comprometer este tipo de aprendizaje. *Aprendizaje instruido*: es un conocimiento de tipo simbólico y explícito, es único en humanos y es un aprendizaje de tipo social. La información que se pueda obtener sobre un estímulo (a través del lenguaje) es capaz de generar un aprendizaje emocional sobre dicho estímulo, sin la necesidad de una experiencia directa. La amígdala izquierda parece ser crucial para este tipo de aprendizaje simbólico adquirido de miedo. *Aprendizaje observado*: El miedo observado es un aprendizaje de tipo

social, un sujeto que observa un evento puede aprender las propiedades de determinado estímulo sin tener una experiencia directa con el mismo (Phelps, 2005). La respuesta producto del miedo condicionado y miedo observado pueden ser expresados si el estímulo se presenta subliminalmente (inconsciente) o supraliminalmente (consciente), mientras en el instruido sólo si el estímulo se presenta de modo consciente (Phelps, 2005).

Variables importantes dentro de la modulación del aprendizaje y memoria a nivel emocional parecen ser la valencia de estímulo (placentera o displacentera) y el nivel de “*arousal*” (alto o bajo) que provocan en el individuo. A nivel valencia los estímulos considerados como displacenteros o negativos se consideran como más impactantes y por ende más probables de ser almacenados en memoria (Phelps, 2005). Sin embargo el “*arousal*” pudiera tener un efecto clave en la retención de eventos u objetos particulares (McGaugh y Cahill, 2003; Roth, 2003), incluso mayor al de la valencia. Esta variable puede estar determinada por el “*arousal*” directo que el estímulo provoca en el individuo o el estado de alertamiento del sujeto por las características del ambiente. Donald Hebb mencionaba que *“un alto grado de activación no favorece el aprendizaje debido a que demasiados estímulos entrantes no permiten una adecuada concentración, contrario a lo que sucede en un “arousal” bajo. Sin embargo, un bajo nivel de arousal desfavorecerá la concentración si no se atiende de manera adecuada al estímulo entrante, así que el aumento o reducción del “arousal” en ciertas circunstancias puede favorecer el aprendizaje”* (citado en Hergenhahn y Matthew, 2005). Aun se sigue debatiendo cuál de estas dos variables (valencia o arousal del estímulo entrante) es más importante para la modulación de la atención, aprendizaje y memoria.

No obstante lo anterior, la relación emoción-memoria implica interacciones complejas entre múltiples variables que pueden determinar diferentes resultados en el almacenamiento de la información, como sucede por ejemplo con la memoria de eventos traumáticos, donde lo mismo se pueden recordar múltiples que muy pocos detalles (Schooler y Eich, 2000).

Dado lo anterior, el *aprendizaje del sistema emocional* permite al organismo evaluar (resultados predecibles) y responder a los eventos externos relevantes para la supervivencia. Un estímulo sin valencia aparente o neutro, puede adquirir una carga afectiva cuando ocurre en un conjunto de eventos biológicamente significativos (LaBar y LeDoux, 2003). Algunos objetos son candidatos a recibir connotaciones emocionales por sus características y por la interacción que ha tenido el sujeto con ellos. A partir del grado de placer o displacer que representen pueden ser etiquetados y las interpretaciones posteriores sobre los mismos tomarán en cuenta su asignación afectiva. Diversas áreas del cerebro parecen participar en la detección o análisis de este tipo de estímulos.

Estructuras cerebrales implicadas en la emoción y el reconocimiento de estímulos con implicaciones emocionales.

Se ha formulado que el procesamiento de la información podría darse a través dos rutas mutuamente interrelacionadas: de abajo hacia arriba ("*bottom-up*") influenciada por los patrones directos del estímulo entrante y de arriba hacia abajo ("*top-down*") que comprende análisis de tipo conceptual (Dalgleish, 2003), siendo el primero automático principalmente y el segundo volitivo y regulatorio. Por necesidad ecológica, en cuestiones de supervivencia la respuesta rápida es fundamental y el procesamiento *bottom-up* adquiere una gran importancia.

Amígdala:

A nivel estructural y funcional la amígdala se considera como primordial para el procesamiento de las emociones. Ligada a la experiencia afectiva y conducta emocional, fuertemente involucrada en el proceso del miedo y agresión, participa en el aprendizaje de cuestiones emocionales o asociación emocional. Para Damasio (2006) la amígdala junto con el cíngulo anterior son factores principales en lo que llama "emociones primarias o innatas".

En relación con los procesos de memoria, la amígdala parece desempeñar un papel importante en la codificación, almacenamiento y recuperación de información de tipo

emocional (Buchanan y Adolphs, 2004), lo que es importante para evocar respuestas de supervivencia en caso de presencia de estímulos aversivos (Armony, 2002).

Aunque la amígdala se ve implicada fuertemente en la generación de “miedo” durante eventos peligrosos, se reportan evidencias de que también se activa ante eventos positivos, es decir, que posiblemente participa en el aprendizaje de estímulos biológicamente benéficos para el organismo, lo que implica el aprendizaje de recompensas, el cual es tan fundamental como en el caso de una amenaza (Baxter y Murray, 2006).

D'Esposito (2006) menciona que la amígdala tiene gran flexibilidad para el aprendizaje de amenazas y la asociación de recompensas, siendo por ejemplo más responsiva ante la presentación de un objeto relacionado con una respuesta facial (alegría o enojo) particular que ante la presentación aislada de la respuesta facial. Esto permite suponer que la amígdala participe posiblemente como detector de estímulos significativos para el organismo (Sander, Grafman y Zalla, 2003) en base a la novedad de los mismos o su relevancia (Sander, Grandjean y Scherer, 2005), a través de la modulación de la magnitud de la atención dirigida al estímulo saliente con implicaciones afectivas (Davidson, Pizzagalli, Nitschke y Kalin, 2003).

Núcleos de la amígdala

Núcleo lateral: es la principal fuente de entrada de la amígdala, diversas conexiones sensoriales convergen, haciendo que este sea un sitio crucial en la integración de información. *Núcleo central:* es el principal centro de salida e inerva varios sitios fundamentales para la expresión de respuestas tanto autonómicas como conductuales. Debido a la funcionalidad de sus núcleos y conexiones la amígdala es importante tanto para la adquisición (aprendizaje) como para la expresión (respuesta) emocional, lo cual ha sido más estudiado en situaciones de miedo condicionado (LeDoux, 1995).

Conexiones con la amígdala

Corteza sensorial. La amígdala recibe entradas de todas las modalidades sensoriales a través del tálamo, tal información es importante para poder determinar las características intrínsecas de los estímulos, principalmente aquellos que son potencialmente peligrosos. La

amígdala tiene conexiones que proyectan hacia áreas sensoriales modulando los procesos que ocurren en estas áreas, lo que posibilita que controle las posibles entradas de información provenientes de estas hacia ella de manera directa. De forma indirecta también modula áreas corticales a través de varias conexiones de redes neuronales implicadas en el "arousal". Lo anterior hace suponer que esta estructura juega un papel crucial en la atención hacia estímulos emocionalmente relevantes, modulando procesos atentos y perceptuales (LeDoux, 2006).

Hipocampo. Existe conexión de la amígdala con el hipocampo anterior y dicha asociación podría implicar que ambos realicen funciones similares. En primer lugar, el hipocampo podría ser crucial en la memoria de estímulos con implicaciones emocionales al ser la amígdala crucial en esta función y por otro lado, la amígdala puede ser crucial en la detección de estímulos novedosos, dado que es una de las funciones del hipocampo anterior. Finalmente, este último pudiera ser importante también en el miedo condicionado (Aleman, Medford y David, 2006).

Corteza prefrontal. Conexiones con áreas ventromediales de la corteza prefrontal parecen estar implicadas en la extinción del miedo condicionado, crucial para la adaptación del organismo al ambiente. Esta regulación en la amígdala actuaría modificando el significado de los estímulos cuando las situaciones lo ameriten en base a la experiencia. Cuando existe un daño en esta área de la corteza no existe un reaprendizaje y la respuesta ante un estímulo es preservada (LeDoux, 2006)

Lesión

Lesiones bilaterales de la amígdala implican problemas para el reconocimiento de caras con rasgos de miedo y la reconstrucción de la misma, dejando innato el reconocimiento de la identidad de la cara y la reconstrucción del concepto verbal de miedo (Adolphs, Daniel, Damasio y Damasio, 1995).

Corteza frontal:

Se ha implicado a la corteza frontal (CF) en la integración y coordinación de estructuras subcorticales y corticales involucradas en funciones sensoriales, esqueleto-motoras, cognitivas y autónomas (Groenewegen y Ulyngs, 2000). Se considera que representa un vínculo entre emoción y cognición mediante su participación en la regulación de la expresión de la respuesta emocional de acuerdo a la comprensión cognitiva de la situación y en el entendimiento de mensajes externos con contenido emocional (Dennis, 2006). Las emociones han pasado de ser consideradas como interferencia de los procesos cognitivos a constituir parte fundamental de los mismos, como en el caso de las funciones de retroalimentación, por lo que la concepción de la corteza prefrontal ha cambiado de ser un centro de supresión de respuestas autónomas emocionales a entenderse como centro integrativo de aspectos automáticos y conductuales, que evalúa el ambiente interno y externo, seleccionando una estrategia conductual y modulando el repertorio de respuestas automáticas de adaptación correspondientes (Van Eden y Buijs, 2000). Dos recursos del procesamiento *top-down* en los que participan la corteza prefrontal son la memoria de trabajo y el control inhibitorio, el primero permite manipular la información temporal en memoria mediante un sostenimiento, manipulación y recuperación rápidas, mientras que el segundo involucra la habilidad de detener o modular acciones (Dennis, 2006).

La corteza frontal se ha dividido en diversas áreas en base a sus características estructurales y funcionales.

Corteza prefrontal ventromedial

Tiene conexiones con la amígdala, hipocampo, áreas temporales y prefrontales dorsolaterales. Se ha involucrado en funciones de integración de la información referentes a aspectos de la emoción, memoria y el estímulo entrante (Grafman, 2006). La lesión de esta área puede interferir la toma de decisiones/razonamiento y emoción/sentimiento, por lo que podría ser una intersección entre el razonamiento y la emoción. La atención, percepción, memoria, lenguaje e inteligencia se encuentran intactos ante una lesión, sin embargo podrían observarse cambios en la personalidad del individuo, falla en la toma de decisiones (malas elecciones), ausencia de planificación a futuro como ser social, faltas de ética y

respeto por las convenciones sociales, problemas de ajuste mental y psicológico, así como reducción de la reactividad emocional y sentimientos (Damasio, 2006).

Corteza orbitofrontal

Se asocia a la conducta social, recibe entradas que le proveen información de lo que sucede en el entorno inmediato del sujeto y está comunicada con otras áreas frontales, lo que sugiere su participación en la regulación de conductas y respuestas fisiológicas (Carlson, 1996). La corteza orbitofrontal forma conexiones con áreas mediales de la corteza prefrontal, áreas sensoriales, hipotálamo, amígdala, ínsula y áreas del cerebro medio dopaminérgicas (áreas de los ganglios basales y el estriado dorsal y ventral) (Kringelbach, 2005). Ver Figura 6.

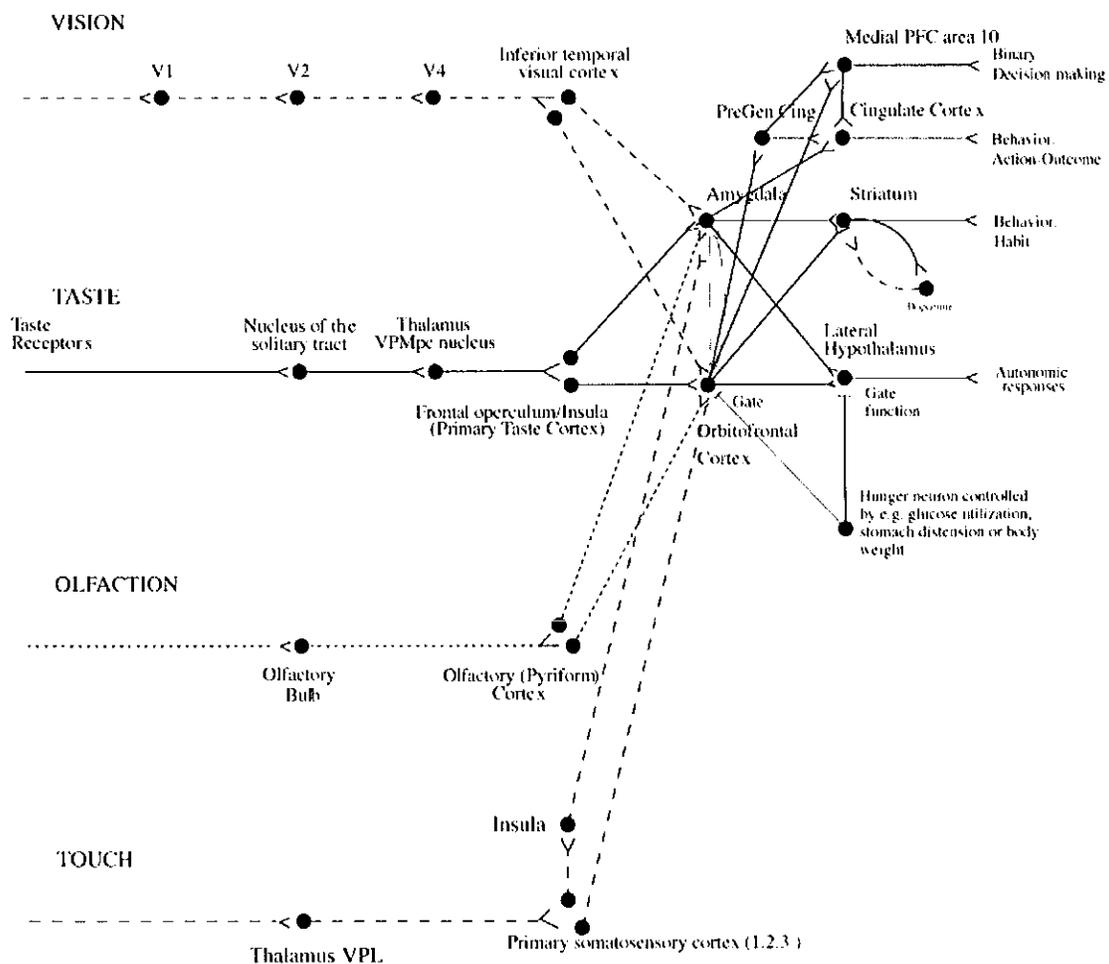


Fig. 6 Eferencias y aferencias del área orbitofrontal. Tomada de Rolls y Grabenhorst, 2008.

Las múltiples conexiones bidireccionales con la amígdala y directas e indirectas con cortezas sensoriales podría implicar un rol crítico en la apreciación consciente de los eventos, donde las conexiones con áreas sensoriales podrían estar relacionadas con una evaluación general del significado de los eventos y con la amígdala de tipo emocional (Barbas, 2006), por lo que parece tener un papel clave en la integración sensorial, representación del valor emocional de reforzadores, además en la toma de decisiones, inhibición, expectativa y la experiencia hedónica (Kringelbach, 2005).

La zona orbitofrontal anterior podría procesar reforzadores más complejos o abstractos (pérdida o ganancia de dinero) que las zonas posteriores (comida, dolor). La recompensa y castigo de los estímulos parece ser procesado espacialmente de distinta manera en esta corteza, aunque existe cierta convergencia en algunas zonas mediales y laterales donde se procesan ambos tipos de estímulos. Sin embargo, las áreas mediales podrían estar más implicadas en el monitoreo del valor de recompensa de los reforzadores, mientras que las zonas laterales lo estarían en la evaluación del valor de castigo (Kringelbach y Rolls, 2004).

Dado lo anterior, esta zona de la corteza frontal parece tener una alta participación en procesos motivacionales al resultar crucial para el procesamiento de la información relacionada con recompensa. Las recompensas son importantes para el aprendizaje y permiten el incremento, intensidad y consolidación de conductas necesarias para su obtención (Schultz, Tremblay y Hollerman, 2000).

Aprendizaje.

Tanto la amígdala, principalmente basolateral, como la corteza orbitofrontal son cruciales en el procesamiento de reforzadores. La interacción de estas estructuras parece mediar el aprendizaje y expectativa hacia reforzadores en base a los cuales se puede llegar a guiar el comportamiento (Holland y Gallagher, 2004). Varias evidencias sugieren que es importante en el rápido aprendizaje asociativo de estímulos y en la rápida corrección de dicha asociación por cambios en el ambiente (Rolls, 2005), es decir en el aprendizaje o reaprendizaje de la asociación de las implicaciones de recompensa o castigo de un estímulo

(Hornak y cols, 2004). Aunque la amígdala se ha asociado fuertemente al aprendizaje por condicionamiento, hay evidencias que señalan que zonas frontales como las cortezas orbitofrontal y ventromedial también participan en el establecimiento de este tipo de aprendizaje (Gottfreid y Dolan, 2004).

En cuanto a la extinción del aprendizaje se ha reportado una gran activación de la corteza orbitofrontal rostral y caudal y la amígdala lateral (Gottfreid y Dolan, 2004), siendo la corteza orbitofrontal clave en el cambio de un aprendizaje, mediando el de tipo condicionado e instrumental, resultando crítica posiblemente cuando el aprendizaje requiere que el sujeto genere predicciones sobre el resultado a través de la información que se ha adquirido mediante la asociación (Burke, Takahashi, Correll, Brown y Schoenbaum, 2009).

Pacientes con lesiones en esta área manifiestan desinhibición, pobre juicio social, una toma de decisiones impulsiva y ausencia de empatía (Cummings y Miller, 2006), lo que directamente causa cambios drásticos en la emoción, personalidad, comportamiento y la conducta social. La lesión de estas áreas puede originar un deterioro en el reforzamiento de la asociación de estímulos, afectando su detección y reaprendizaje (Kringelbach y Rolls, 2004).

Corteza prefrontal dorsolateral

Recibe entradas principalmente de áreas de las cortezas asociativas somatosensoriales, visuales y auditivas de los lóbulos parietales, temporales y occipitales, con salidas a corteza motora, corteza asociativa somatosensitiva y estructuras del tallo cerebral. Ha sido involucrada primordialmente con aspectos cognitivos de la conducta (Groenewegen y Ulyngs, 2000) implicando su regulación y el control en la respuesta ante los estímulos ambientales (Grafman, 2006). Además, participa de manera relevante en la memoria de trabajo (Barbas, 2006). Las lesiones cerebrales a este nivel pueden generar deterioro de las funciones ejecutivas que incluyen la elección, planeación, programación, monitoreo y ajuste de un acto volitivo (Cummings y Miller, 2006).

Corteza cingulada anterior: Está asociada con la integración de los componentes viscerales de memoria, emoción y motivación (Dalglish, 2004); “constituye una fuente de energía tanto de la acción externa (movimientos) como de la interna (animación del pensamiento, razonamiento)” (Damasio, 2006, p.94). Es asociada también con el sufrimiento, componente afectivo/emocional del dolor. Lesiones de esta área pueden producir apatía manifestándose de forma motora, cognitiva, emocional y/o motivacional (Cummings y Miller, 2006).

4.-COMPONENTE DE LA RESPUESTA CORPORAL DENTRO DE LAS EMOCIONES.

Desde el siglo XIX ya William James refería la importancia del componente corporal de la conducta (a niveles fisiológicos) como parte de la respuesta emocional o emoción. La conexión entre estructuras relacionadas con las emociones y la regulación de eventos fisiológicos se encuentran fuertemente ligada, más allá de que algunas estructuras participan activamente en ambas funciones (ej. hipotálamo). La emoción no es una respuesta simple, sino una colección de respuestas que incluyen diversas reacciones fisiológicas que varían de individuo a individuo o, incluso, dentro del mismo individuo (Hot, Leconte y Sequeira, 2005). La actividad autonómica corresponde a la expresión fisiológica, mayormente eléctrica u hormonal, bajo el control del sistema nervioso autónomo (funcionalmente independiente del control cognitivo) que se encarga de la regulación del cerebro y del cuerpo. La actividad autonómica regula la trama vascular, órganos viscerales, glándulas y sistemas sensoriales (Sequeira, Hot, Silvert y Delplanque, 2008).

La organización del control autonómico comprende influencias corticales, límbicas e hipotalámicas directamente de neuronas premotoras y preganglionares, las cuales son integradas en niveles ganglionares hasta alcanzar los objetivos autonómicos (Sequeira, Hot, Silvert y Delplanque, 2008). Ver Figura 7.

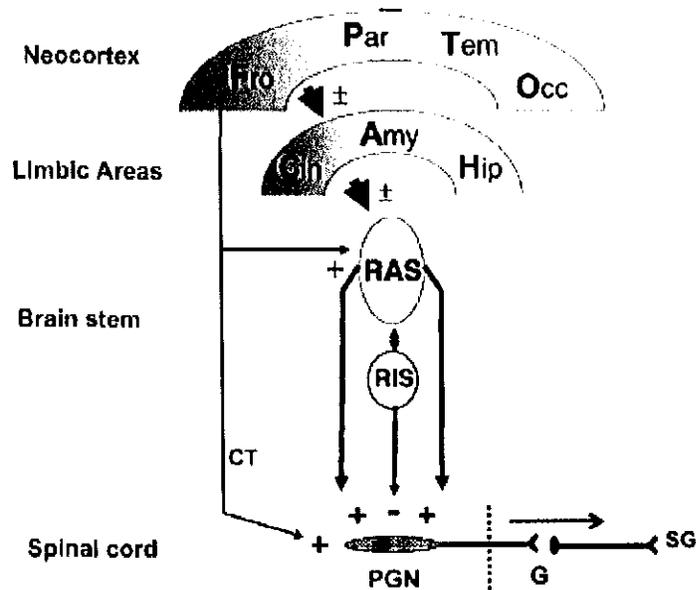


Fig. 7 Conexiones que median la respuesta autonómica a nivel periférico. PMN: neuronas premotoras, PGN: neuronas preganglionares G: nivel ganglionar at: blancos autonómicos. Tomada de Sequeira, Hot, Silvert y Delplanque (2008).

Algunas respuestas fisiológicas implicadas en la respuesta emocional

- Cambios conductancia de la piel
- Cambios frecuencia cardiaca
- Cambios en la temperatura corporal
- Cambios frecuencia respiratoria

Conductancia de la piel (sistema electrodermal)

El sistema electrodermal es inervado por fibras del sistema simpático, sin embargo su mecanismo de acción se encuentra mediado por el sistema colinérgico contrario al mediador común del sistema que es adrenérgico (Bradley, 2000). La variación de la actividad electrodermal depende de la cantidad de sudor secretada por la glándula ecrina, del sudor que se encuentran localizadas mayormente en la hipodermis de la región palmar y

plantar, y se relacionan con cambios ante estímulos emocionales, de novedad o sobre campos atencionales (Sequeira, Hot, Silvert y Delplanque, 2008). Ver Figura 8.

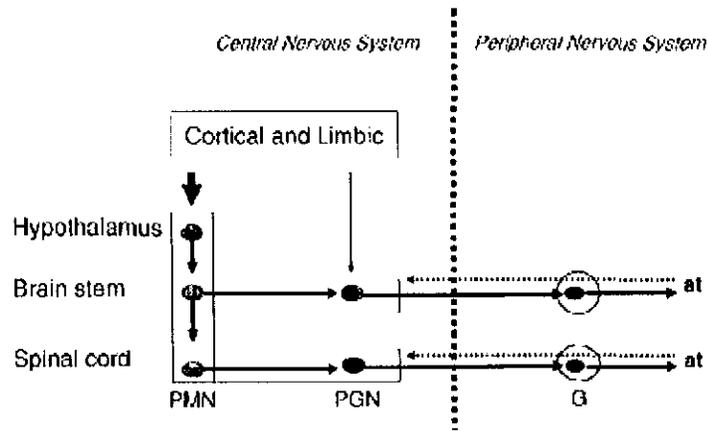


Fig. 8 Sistema electrodermal. **Fro:** Frontal, **Par:** parietal, **Tem:** Temporal. **Occ:** Occipital, **Cin:** cingulado, **Amy:** Amígdala, **Hip:** hipocampo, **RAS:** sistema reticular activador, **RIS:** sistema reticular inhibidor, **CT:** fibras corticoespinales, **PGN:** neuronas preganglionares, **G:** ganglio, **SG:** glándula del sudor. Tomada de Sequeira, Hot, Silvert y Delplanque (2008).

El control del sistema electrodermal se encuentra bajo los influjos de aferencias excitatorias e inhibitorias que son integradas por neuronas preganglionares localizadas en la médula espinal (regulada fuertemente por el sistema reticular activador e inhibidor que a su vez es influenciado por la corteza frontal, parietal, cingulada y la amígdala) e inervan a los ganglios simpáticos y a las glándulas del sudor (Sequeira, Hot, Silvert y Delplanque 2008). La actividad electrodermal es un marcador autonómico usado para evaluar las emociones en relación con el “*arousal*” (Hot, Leconte y Sequeira, 2005), el sistema puede ser modulado por el “*arousal*” emocional en percepción, anticipación e imaginación. En cuanto a niveles de activación los hombres parecen mostrar mayor reactividad (Bradley, 2000).

Este sistema comprende el nivel de conductancia de la piel (respuesta tónica) y la respuesta de la conductancia de la piel (respuesta fásica), una pequeña fracción del nivel de conductancia de la piel (Bradley, 2000). Aspectos a considerar en el registro de la actividad electrodermal son las diferencias individuales, la habituación a estímulos y se debe considerar el tiempo de presentación interestímulos de modo que esto posibilite la

recuperación de la actividad electrodermal (Bradley, 2000). La respuesta tónica del sistema muestra un incremento durante el transcurso del día, el cual se relaciona con la vigilancia y temperatura diurnas, por lo que variaciones en la experiencia emocional en el transcurso del tiempo puede estar claramente relacionado con la evolución fisiológica (Hot, Leconte y Sequeira, 2005).

Frecuencia cardíaca

El sistema cardiovascular es fundamental para la supervivencia del organismo; se encuentra inervado por fibras tanto del sistema nervioso simpático como del parasimpático y participa en funciones homeostáticas y metabólicas (Bradley, 2000). El estudio de la frecuencia cardíaca debe considerar los cambios asociados a la preparación motora, las diferencias individuales en el peso, estatura y estado de salud. Ante la presentación de imágenes visuales con connotaciones afectivas se muestra en la respuesta cardíaca una desaceleración inicial, seguida de una aceleración y posteriormente una segunda desaceleración, donde los estímulos displacenteros suelen producir un pico grande en la desaceleración inicial y los placenteros un gran pico en la aceleración (Bradley, 2000).

5.- ESTUDIOS DE IMÁGENES CON VALENCIA EMOCIONAL E IMPLICACIONES TEÓRICAS.

Los objetos y eventos con connotaciones afectivas se pueden representar, para su estudio, en dos dimensiones: la valencia (placentera-displacentera) y el *arousal*. El sistema internacional de imágenes afectivas (IAPS) ha clasificado diversas imágenes con connotaciones afectivas en relación a estas dos dimensiones. A partir de la utilización de esta clasificación y algunas otras, se han realizado múltiples estudios para ver la respuesta cerebral ante su exposición ya sea a través de la ejecución de una tarea donde la imagen sea relevante o donde no lo sea.

Estudios de Potenciales Relacionados con Eventos (PREs)

El electroencefalograma es el registro de la actividad eléctrica cerebral y de él se deriva la obtención de los potenciales relacionados con eventos (Fernández y González-

Garrido, 2001), asumidos como una técnica de registro de la actividad eléctrica de las neuronas cerebrales en respuesta a una tarea cognitiva, lo que permite el acercamiento a cómo se produce el procesamiento de la información en el cerebro del ser humano (Gumá y González-Garrido, 2001)

Latencia corta (100-200ms)

Componentes sensibles al procesamiento de la corteza extraestriada visual responden a la atención selectiva. Los resultados en diversos estudios del procesamiento afectivo de imágenes sugieren una amplitud más grande para imágenes displacenteras que para placenteras, mostrando posiblemente mayor atención en el análisis temprano de las displacenteras (Olofsson, Nordin, Sequeira y Polich, 2008), incluso cuando la valencia no es relevante en la tarea y el *arousal* es bajo (Delplanque, Lavoie, Hot, Silvert y Sequeira, 2004). Carretié, Hinojosa, Martín-Loaches, Mercado y Tapia (2004) en un estudio donde valoraron la atención automática de estímulos placenteros, displacenteros y neutros encontraron atención automática en estímulos negativos en comparación de neutros y positivos en P1, mientras que en P2 la atención automática se daba para estímulos placenteros y displacenteros.

Latencia media (200-300ms)

Olofsson y colaboradores (2008) encontraron que diversos estudios reportaban una temprana negatividad posterior (“early posterior negativity”: EPN) que consiste en una desviación de amplitud negativa sobre sitios fronto-centrales y en sitios temporo-occipitales una amplitud de onda positiva. La EPN ha sido interpretada como parte de procesos de atención selectiva natural, donde se ve implicado el *arousal*, siendo las imágenes con grandes niveles las que provocan mayores amplitudes de voltaje. En el componente N2 las imágenes displacenteras muestran un decremento de negatividad comparada con estímulos de valencia positiva, efecto localizado en la corteza cingulada anterior. Sander, Grandjean y Scherer (2005) sugieren que los componentes N2 y P3 se relacionan con la detección de estímulos novedosos, implicando la orientación de la atención y mostrándose una reducción en P3 ante la exposición repetida del estímulo.

Latencia tardía (>300ms)

El componente P300 compuesto por P3a y P3b se ha relacionado con la atención y el almacenamiento inicial de eventos en memoria, mientras que la subsecuente actividad de ondas lentas parece relacionada con las demandas de la tarea que involucran operaciones de memoria de trabajo. Se reporta una mayor amplitud de P3 en base a la relevancia de la tarea, significado motivacional y nivel de *arousal*. En P3a la valencia de la imagen no altera al componente, mientras que en P3b la valencia sí lo hace, siendo las placenteras las que provocan componentes más amplios cuando la imagen es relevante para la tarea. Dada su sensibilidad a la variación de valencia y *arousal* se sugiere que tales factores están influenciados por el procesamiento del objetivo/blanco (Olofsson y colaboradores, 2008). Aunque el *arousal* de las imágenes sea bajo y la valencia no sea relevante para la tarea se encuentra una P3b con máxima amplitud en sitios parietales donde no difiere significativamente por la valencia, contrario de sitios frontales y centrales donde esta suele variar (Delplanque y cols., 2004). En una tarea de categorización de la valencia de imágenes, Delplanque, Silvert, Hot, Rigoulot y Sequeira (2006) reportaron un mayor aumento de la amplitud de P3a en sitios posteriores para imágenes displacenteras en comparación de placenteras y neutras, relacionando este hallazgo con el procesamiento atencional del “*negative bias*”. Por otro lado, obtuvieron mayor amplitud de P3b en regiones fronto-centrales para placenteras que para displacenteras. Mosner, Krompinger, Dietz y Simons (2009) reportan un potencial positivo tardío “*late positive potencial*” (LPP) alrededor y después de los 400 ms en la revaloración cognitiva (“*reappraisal*”) para el decremento o incremento de la respuesta ante imágenes displacenteras en Fz, FCz, Cz y Pz, donde la LPP sugiere que objetivos primarios para la revaloración son la atención, la memoria y el *arousal*. La LPP es más amplia ante la presencia de imágenes afectivas en comparación con neutras. Este potencial parece ser sensible a la denominada regulación emocional.

La onda lenta positiva relacionada con un alto nivel de *arousal* ha sido involucrada en la formación de memoria, donde el rango de la onda mayor de 500ms Parece ser susceptible al procesamiento *top-down* relacionado con la evaluación del estímulo afectivo (Olofsson y cols, 2008). Dolcos y Cabeza (2002) reportan efectos de memoria alrededor de

los 400-600 ms en zonas centroparietales, donde se encuentran grandes amplitudes para imágenes con connotaciones emocionales en comparación con imágenes neutras, lo que podría sugerir la posibilidad de una formación de memoria facilitada para la información con implicaciones emotivas.

Implicaciones teóricas

El estudio de los PREs ha permitido teorizar y proponer ciertas posturas acerca del procesamiento cerebral y las emociones. Entre ellas se encuentran la del *desplazamiento negativo* (“*negativity-bias*”) hablándose de un procesamiento rápido en amígdala ante situaciones displacenteras (amenazantes) y por lo tanto de recursos atencivos encaminados prioritariamente hacia este tipo de valencia. En contraste, se debate la postura de que la atención selectiva se dirige hacia el *arousal* producto de la motivación que genera el estímulo, sin importar la categorización de la valencia. (Olofsson y cols 2008).

Carretie, Hinojosa, Martín-Loaches, Mercado y Tapia (2004) encontraron atención automática para imágenes displacenteras en P1. Delplanque, Lavoie, Hot, Silvert y Sequeira (2004) asimismo sugieren que el componente P1 se ve modulado por el contenido emocional del estímulo (aunque el “*arousal*” sea bajo) expresándose principalmente en regiones occipitales, con mayores amplitudes para imágenes displacenteras que placenteras, lo que sugiere que el desplazamiento negativo podría ocurrir también ante dimensiones de bajo alertamiento. Carretie, Mercado, Tapia e Hinojosa (2001) encontraron que P200 es más responsiva para estímulos negativos que positivos, por lo que implican este componente como parte del *desplazamiento negativo*. Asimismo las imágenes negativas son menos susceptibles a la habituación al ser presentadas repetitivamente en comparación con neutras o placenteras, lo que podría implicar el favorecimiento de los mecanismos implicados en la supervivencia (Carretie, Hinojosa y Mercado, 2003).

Evidencias de diversos estudios de PREs y otras técnicas sugieren que el *appraisal* de lo novedoso implica redes neuronales que incluyen estructuras como la corteza prefrontal dorsolateral, la unión temporo-parietal, y más tentativamente, el hipotálamo posterior y la corteza cingulada (Sander, Grandjean y Scherer, 2005). En la revaloración (“*reappraisal*”) de imágenes con contenido emocional negativo se ha encontrado actividad

en áreas prefrontales y una disminución en la actividad de la amígdala, lo que sugiere una modulación de dichas áreas (principalmente la corteza prefrontal lateral y ventromedial) sobre la emoción, donde la sección lateral está relacionada con dicha revaloración (Goldin, McRae, Ramel y Gross, 2008) y la sección ventromedial con la inhibición de la amígdala durante la extinción del miedo después de que un estímulo fue condicionado (Phelps, 2005).

A pesar de que muchos de los estudios sobre las emociones incluyen la valencia y el arousal, Fontaine, Scherer, Roesch y Ellsworth (2007) sugieren que los eventos no solo dependen del análisis de las dos dimensiones al que generalmente se han enfocado, dado que para distinguir entre dos emociones (ej. enojo o tristeza) no basta tal análisis. Ellos proponen cuatro dimensiones: evaluación-agrado, potencia-control, activación-arousal e imprevisibilidad.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La capacidad del organismo para lidiar con las demandas del medio es limitada y dado que la información con implicaciones afectivas parece representar un factor esencial para la supervivencia, el cerebro dedica una cantidad sustancial de recursos a su procesamiento. Aunque la emoción implica actos innatos y respuestas aprendidas concientes con fines adaptativos, donde la participación de estructuras subcorticales parece ser crucial, representan mucho más que procesos básicos de conductas predisuestas ante determinados eventos. La intervención de áreas corticales en el procesamiento emocional y las conexiones bidireccionales con estructuras subcorticales indican la complejidad de este procesamiento. El proceso de evaluación y categorización emocional o “*appraisal*” de los estímulos y/o eventos se puede considerar como un factor importante de la interacción cognición-emoción al involucrar aspectos motivacionales y cognitivos.

Aunque aún se debate sobre la relación cognición-emoción y el papel funcional del *appraisal*, la valoración emocional parece representar un constructo que permite entender de mejor manera la expresión y evolución de la respuesta emocional y sus sustratos neurofuncionales subcorticales y corticales, por lo que su estudio representa un tema central para las Neurociencias Afectivas.

La valoración emocional de los objetos constituye un aspecto esencial de la conducta adaptativa. Esta valoración depende de funciones cognitivas como la atención, aprendizaje y memoria, que permiten reconocer los estímulos y responder ante ellos en base a la experiencia previa. Los procesos de asociación y recuperación en la memoria, así como la categorización emocional de los estímulos resultan cruciales para el estudio de las emociones y los procesos cognitivos asociados (Scherer, 2003).

Resulta común el uso de paradigmas de categorización emocional visual en distintos grupos etáreos o poblacionales, patologías, etc. Estos paradigmas usan estímulos con determinada valencia afectiva (ej., placentera, neutra o displacentera), cuyo valor emocional se ha demostrado como semejante para la mayoría de los individuos, a pesar de

la distinta experiencia previa de cada uno. Sin embargo, la construcción paulatina del juicio emocional sobre un estímulo (*appraisal*) representa un importante desafío para las Neurociencias Cognitivas en el objetivo de conocer el curso temporal del proceso de construcción de este juicio y los sustratos neurales involucrados en el mismo.

Diversas investigaciones han abordado el tema de cómo objetos sin ninguna connotación afectiva adquieren esta propiedad, generalmente evaluando cómo son asociados con una valencia específica (principalmente displacentera, como es en el caso de estudios del miedo condicionado). Resulta importante estudiar qué sustratos neuronales participan en la representación de estímulos que han sido dotados de alguna connotación afectiva y contrastar si existen diferencias sustanciales asociadas a la variable valencia emocional tanto a nivel estructural como en lo referente al curso temporal del análisis de la información (Phelps, 2005). Asimismo, es importante indagar cómo estímulos similares pueden llegar a adquirir una connotación afectiva al compartir estructuralmente (morfológicamente) características, permitiendo una generalización y formación de categorías a nivel emocional para responder con mayor eficiencia ante las demandas del medio.

Debido a lo anterior, el presente proyecto intenta realizar un acercamiento al proceso gradual de formación del *appraisal*, evaluando cómo se construye la categorización afectiva de un estímulo y cómo esta influye en la realización de valoraciones subsecuentes. Para esto se trató de asignar a distintos estímulos sin forma definida (con características puntiagudas, redondeadas y cuadradas) una valencia emocional (placentera o displacentera, además de neutra) a través de una asociación temporal con escenas IAPS. Se evaluaron los procesos de codificación, almacenamiento en memoria y asignación aplicando una tarea de categorización emocional de los estímulos antes y después de ser sometidos a dicha asociación, mientras se medía la respuesta cerebral mediante la técnica de los potenciales relacionados con eventos (PREs), además de registrar una medida autonómica (frecuencia cardíaca).

OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar el efecto diferencial de la asociación temporal con imágenes de contenido emocional placentero, neutro o displacentero sobre la valoración emocional de figuras sin forma definida, a través de la ejecución de una tarea de categorización emocional antes y después de un periodo de asociación, con registro simultáneo de los PREs.

Objetivos específicos

Estudiar las diferencias en los tiempos de ejecución conductual ante la categorización emocional de las imágenes sin forma definida antes y después de la fase de asociación, para determinar si la asociación produjo efectos significativos sobre este parámetro. Asimismo estudiar si se produce un efecto de generalización en aquellas imágenes (no asociadas) que comparten características con las asociadas emocionalmente, obteniendo una respuesta similar a estas.

Estudiar las diferencias en la frecuencia cardiaca generada ante la observación visual de imágenes sin forma definida antes y después de la fase de asociación, para determinar si la asociación produjo efectos significativos sobre esta respuesta. Asimismo estudiar si se produce un efecto de generalización en aquellas imágenes (no asociadas) que comparten características con las asociadas emocionalmente, obteniendo una respuesta similar a estas.

Estudiar las diferencias de latencia y amplitud de los componentes tipo N1, P2 y P3 que podrían ser generados por las imágenes sin forma definida antes y después de la fase de asociación, para determinar si la asociación produjo efectos significativos en el procesamiento visual de dichas imágenes. Asimismo estudiar si se produce un efecto de generalización en aquellas imágenes (no asociadas) que comparten características con las asociadas emocionalmente, obteniendo una respuesta similar a éstas.

Estudiar las diferencias en el cambio de la asignación de la valencia ante imágenes sin forma definida con y sin fases de asociación previas, para ver si existen cambios significativos en la categorización emocional debido a la asociación. Asimismo estudiar si se produce un efecto de generalización en aquellas imágenes (no asociadas) que comparten características con las asociadas emocionalmente, obteniendo una respuesta similar a estas.

Hipótesis general

La asociación de imágenes sin forma definida (ISFD) con imágenes emocionalmente valentes conducirá a la asignación de una valencia emocional a las ISFD en concordancia con el tipo de valencia de las imágenes a las que se asocian (placentera, neutra o displacentera), determinando una variación, tanto de la magnitud de las respuestas autonómicas asociadas a la observación visual de las ISFD, como de las características de los componentes de los PREs durante la categorización emocional explícita de las mismas.

Hipótesis específicas

Se registrarán diferencias significativas en los tiempos de ejecución obtenidos durante la categorización emocional de imágenes sin forma definida antes y después de su asociación con imágenes emocionalmente valentes, donde aquellas que adquirieron una etiqueta emocional tendrán menores tiempos de reacción. Asimismo las imágenes que no fueron sometidas a asociación pero que comparten características con aquellas asociadas emocionalmente tendrán una respuesta similar.

Se obtendrán diferencias significativas en la magnitud de la frecuencia cardiaca obtenida durante la categorización emocional de imágenes sin forma definida antes y después de su asociación con imágenes emocionalmente valentes, mostrándose un aumento en la frecuencia cardiaca en las imágenes asociadas. Asimismo, las imágenes que no fueron sometidas a asociación pero que comparten características con aquellas asociadas emocionalmente tendrán una respuesta similar a estas.

Se evidenciarán diferencias significativas en la latencia y/o amplitud de los componentes de los PREs (N1, P2 y P3) obtenidos durante la categorización emocional de las imágenes sin forma definida antes y después de su asociación con imágenes emocionalmente valentes. Las imágenes asociadas negativamente y positivamente presentaran una mayor amplitud en los componentes de los PREs que aquellas neutras. Asimismo las imágenes que no fueron sometidas a asociación pero que comparten características con aquellas asociadas emocionalmente tendrán una respuesta similar a estas.

Se evidenciarán diferencias significativas en el porcentaje de cambios conductuales en la asignación de la valencia durante la tarea de categorización emocional ante imágenes sin forma definida con y sin fases de asociación. Asimismo las imágenes que no fueron sometidas a asociación pero que comparten características con aquellas asociadas emocionalmente tendrán una respuesta similar a estas.

VARIABLES

Variables independientes

- Condición a la que pertenecen las imágenes: pre-asociadas, post-asociadas y no asociadas.
- Características visuales de las imágenes: redondeadas, cuadradas y puntiagudas.
- Valencia: placentero, neutro y displacentero.

Variables dependientes

- Amplitud y latencia de los componentes de los PREs.
- Frecuencia cardiaca.
- Tiempo de reacción ante la clasificación de las imágenes visuales.
- Frecuencia de asignación de la valencia emocional a cada estímulo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Método

Sujetos participantes

Se seleccionaron quince sujetos del sexo femenino con un rango de edad entre los 18 y 30 años de edad, un nivel de escolaridad universitario en el momento del experimento, manualidad diestra y que no tuvieran antecedentes de problemas neurológicos o psiquiátricos. Se controlaron las fases del ciclo menstrual (para el registro del EEG) en las participantes.

Imágenes utilizadas

Se usaron 18 imágenes sin forma definida (6 con características cuadradas, 6 con características redondeadas y 6 con características puntiagudas) y 27 escenas IAPS (9 positivas, 9 neutras y 9 negativas) que fueron empleadas como estímulos en el experimento en la fase de asociación.

A los sujetos seleccionados se les informó que serían expuestos ante imágenes con contenido desagradable y agradable y se les pidió firmar una hoja de consentimiento.

Procedimiento

El diseño experimental incluyó la realización de tres sesiones de trabajo llevadas a cabo en días consecutivos (cada una de las tareas y escalas se explicarán de manera detallada más adelante) de la siguiente manera:

Sesión 1 (Primer día)

1.- Aplicación de la tarea de categorización emocional en la cual los sujetos valoraron las imágenes sin forma definida por primera vez (**condición pre-asociación**). Durante la realización de la tarea se registraron los PREs y la frecuencia cardiaca.

2.- Administración de la escala Self-Assessment Manikin (SAM) en la cual los sujetos calificaron dichas imágenes a nivel valencia y alertamiento.

3.- Aplicación de una fase de asociación en la cual los estímulos con características redondeadas fueron asociados con escenas IAPS displacenteras, los cuadrados con escenas IAPS neutras y los puntiagudos fueron asociados con escenas IAPS placenteras. Aquí no se realizó registro de PREs o de frecuencia cardíaca.

Sesión 2 (Segundo día)

.- Aplicación de una fase de asociación similar a la de la primera sesión.

Sesión 3 (Tercer día)

1.- Administración de la fase de asociación similar a la primera y segunda sesión.

2.- Ejecución de la tarea de categorización emocional en la cual los sujetos valoraron las figuras sin forma definida asociadas (**condición post-asociación**) y figuras sin forma definida novedosas (**condición no asociación/ generalización**) con características similares a aquellas asociadas (las figuras novedosas tuvieron igual cantidad de presentaciones que las figuras previamente asociadas). Durante la realización de la tarea se registraron simultáneamente los PREs y la frecuencia cardíaca.

3.- Administración de la escala Self-Assessment Manikin (SAM)

Tareas

Fase de categorización emocional (con registro del EEG y frecuencia cardíaca)

Los sujetos fueron expuestos a figuras amorfas (126 ensayos en la tarea de categorización antes de la asociación y 252 posterior a la asociación, ya que en esta se agregaron los estímulos novedosos) con características visuales predominantemente redondas, cuadradas y puntiagudas, las cuales se presentaron de manera aleatorizadas y en forma secuencial (una por una) durante 1500 milisegundos. Entre cada imagen y la subsecuente se presentó una cruz en el centro de la pantalla durante 1500 milisegundos (ver Figura 9). El sujeto debía clasificar (tan rápido como le fuera posible) la figura presentada como placentera, neutra o displacentera, presionando una tecla específica para cada una.

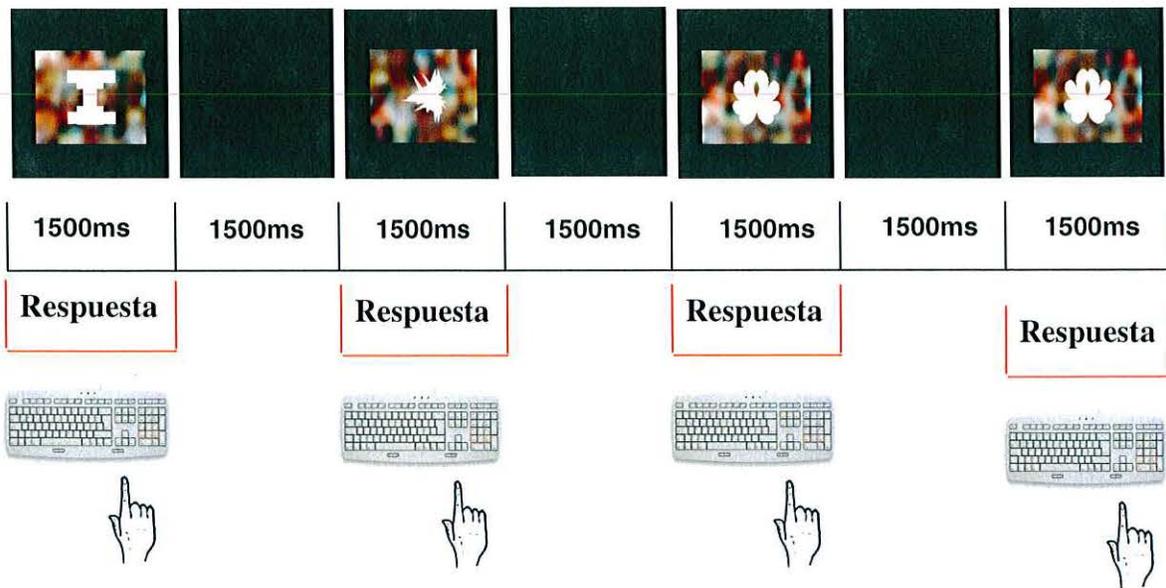


Fig. 9. Secuencia de presentación de estímulos durante la clasificación emocional.

Fase de asociación con imágenes IAPS

Esta fase consistió de tres sesiones de asociación visual de las imágenes previamente clasificadas. En cada sesión se presentaron de manera pasiva 750 imágenes en forma de 375 pares, organizados en 3 grandes categorías (asociación placentera; asociación displacentera y asociación neutra). Los pares de estímulos fueron presentados de forma aleatoria con un intervalo entre un par y el subsiguiente de 3000 ms (cruz en pantalla), donde el primer estímulo del par (imagen sin forma definida) se presentó durante 500 ms en la pantalla seguido inmediatamente por una imagen IAPS (placentera, displacentera o neutra) presentada por un intervalo de 1500 ms (ver Figura 10). Cada categoría tenía 3 imágenes sometidas a asociación, que aparecieron 40 veces cada una con su par correspondiente (se usaron 9 escenas IAPS de cada valencia emocional para asociarlas con las imágenes no definidas) Además, se agregaron 15 pares adicionales, consistentes de dos imágenes consecutivas iguales (imagen no definida con característica puntiaguda, redondeada o cuadrada). Con el objetivo de mantener la atención, los sujetos tuvieron la

instrucción de presionar un botón del teclado cuando aparecieron dos imágenes iguales de manera consecutiva. Ver Figura 10.

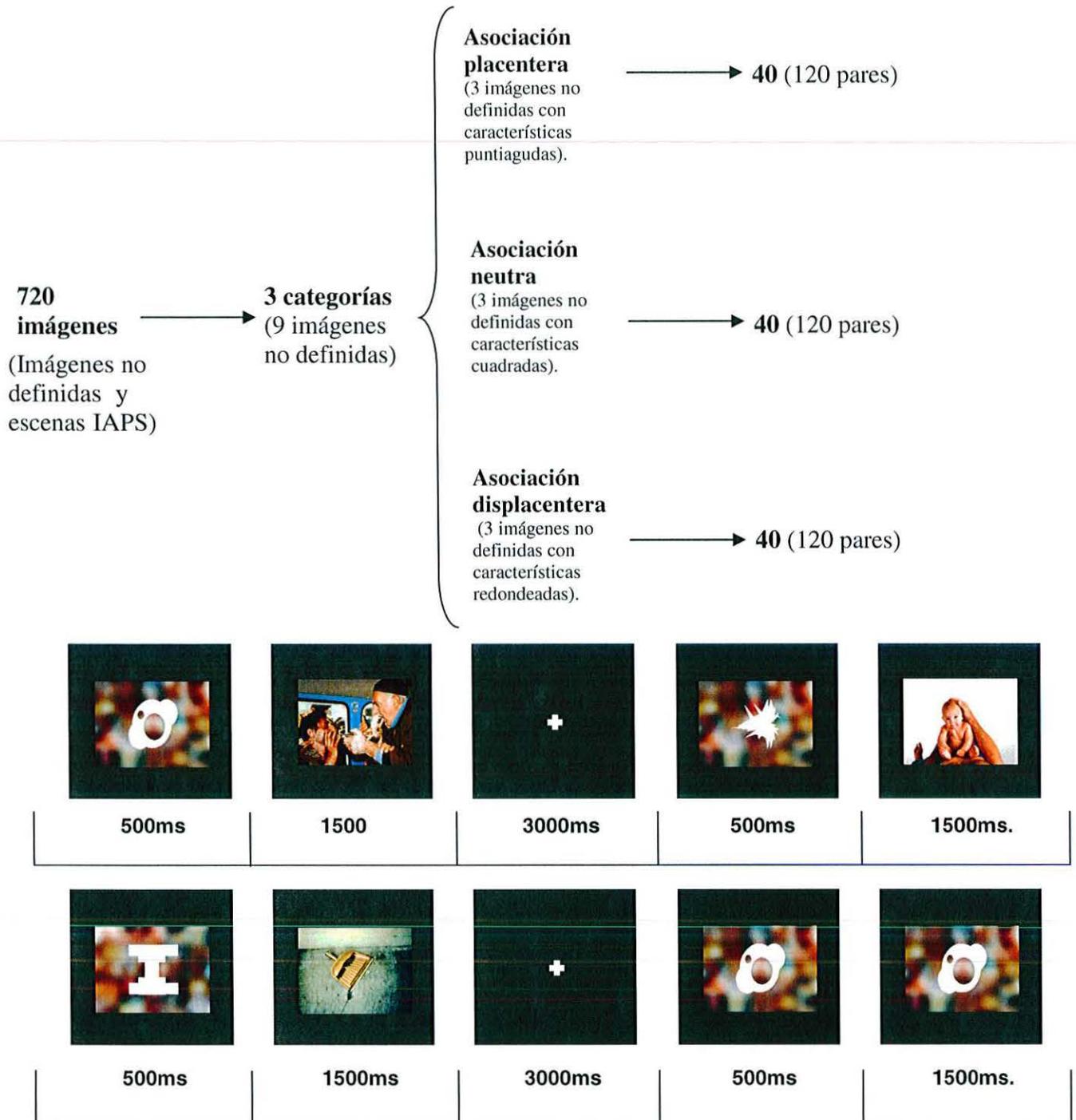


Fig. 10. Secuencia de presentación de estímulos durante la fase de asociación.

Self-Assessment Manikin (SAM)

Se usó la escala SAM para valorar cada una de las 18 imágenes no definidas en términos de valencia y alertamiento. Se administró posterior a las tareas de categorización emocional. En cuanto a la valencia, los sujetos debían decidir cuán placentera, neutra o displacentera era la figura -ya sea con características predominantemente redondeadas, cuadradas o puntiagudas. Tenían 9 opciones a elegir en base a la representación de la escala. El extremo de la izquierda era para la valencia displacentera, yendo hacia el centro hasta para disminuir su nivel y llegar a una valencia neutra, del centro a la derecha la imagen iba tomando una valencia placentera hasta llegar a su máxima representación en el extremo de ese lado.

En el caso del alertamiento los sujetos debían seleccionar qué impacto les generaron las imágenes, presentando el extremo de la izquierda un nivel de alertamiento nulo que aumentaba gradualmente hacia la derecha hasta alcanzar su máximo en el extremo de ese lado. Figura 11.

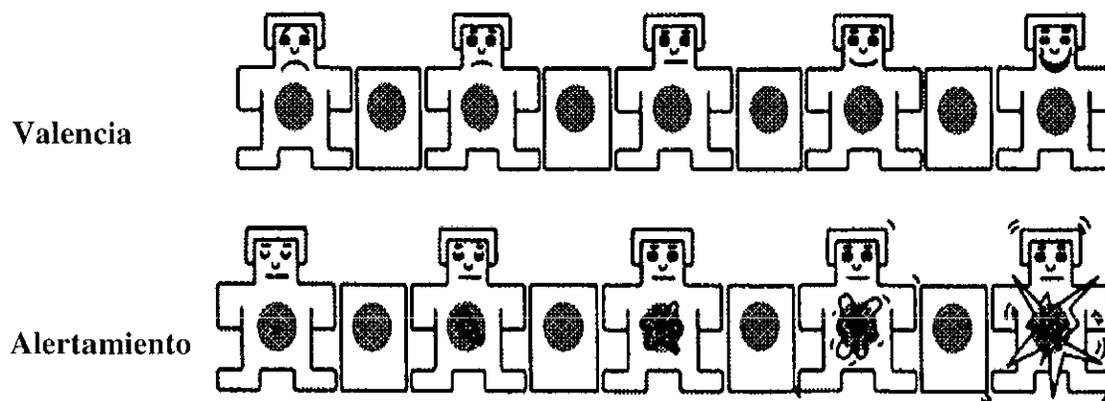


Fig. 11. Self-Assessment Manikin (SAM), Valencia (primera fila) y alertamiento (segunda fila)

Datos conductuales

Los estímulos se presentaron por medio del software MindTracer-2.0 de Neuronic, empleando un monitor de 21". Utilizando el mismo programa, se obtuvieron de manera automática, las respuestas de clasificación conductual del estímulo por parte del sujeto y los tiempos de ejecución asociados.

Registro electrofisiológico

El registro de la actividad eléctrica cerebral se realizó con un polígrafo MEDICID-5-132 de Neuronic, por medio de un gorro ElectroCap de 32 canales de acuerdo con el Sistema Internacional 10/20, usando como referencia ambas orejas cortocircuitadas.

Se incluyeron dos sitios de registro para el control de artefactos (electrooculograma; EOG), que fueron colocados en el canto superior externo del ojo izquierdo e inferior externo del ojo derecho. La impedancia para todos los electrodos fue menor a 5 k Ω . La señal de EEG y del EOG se capturó por un convertidor analógico/digital de 32 bits incluido en el equipo, usando un periodo de muestreo de 5ms (200 Hz) y filtraje analógico entre 0.5 y 30 Hz. El registro capturado se almacenó en medios magnéticos para su análisis fuera de línea. Se obtuvieron los promedios individuales por condición para visualizar los PREs y los grupales con el mismo método. La latencia y amplitud de los componentes fueron obtenidos a través de la determinación visual del pico máximo.

Análisis estadístico

Las respuestas conductuales se presentan descriptivamente con medidas de tendencia central y dispersión. El análisis del tipo de respuestas (placentero, neutro y displacentero) y los tiempos de reacción se realizó usando análisis de varianza de medidas repetidas (RM-ANOVA) de tres factores Condición (3: Pre-asociación, Post-asociación y No-asociación [generalización]) X Tipo de figura (3: Redondeada, Cuadrada y Puntiaguda) X Categorización emocional (3: Placentera, Displacentera y Neutra). Los componentes de los PREs se evaluaron con un modelo de RM-ANOVA de 3 factores [condición (3: Pre-

asociación, Post-asociación y No-asociación) x tipo de figura (3: Redondeada, Cuadrada y Puntiguda) x sitio de registro (11: F3, F4, C3, C4, P3, P4, O1, Fz, Cz, Pz)].

Consideraciones Éticas:

El estudio no implicó riesgo alguno para la integridad física o emocional de los sujetos por tratarse de técnicas no invasivas de registro. Cada evaluado se integró de manera voluntaria a la muestra con el consentimiento escrito.

La metodología del presente proyecto fue aprobada por la Comisión de Ética del Instituto de Neurociencias de la Universidad de Guadalajara, por no entrañar menoscabo alguno a la salud y derechos de los sujetos participantes y por cumplir con los preceptos generales del Acta de Helsinki y los lineamientos éticos delineados para la institución sede.

RESULTADOS

Análisis de los datos conductuales

Los datos conductuales sugieren que los sujetos tenían una preferencia de clasificación emocional pre-establecida que, durante la sesión pre-asociación, influyó en la primera categorización que hicieron de los estímulos. En esta sesión, las figuras redondeadas fueron preferentemente evaluadas como placenteras y las cuadradas como neutras, mientras que aquellas con bordes más puntiagudos resultaron evaluadas fundamentalmente como displacenteras. Ver Figuras 12 y 13.

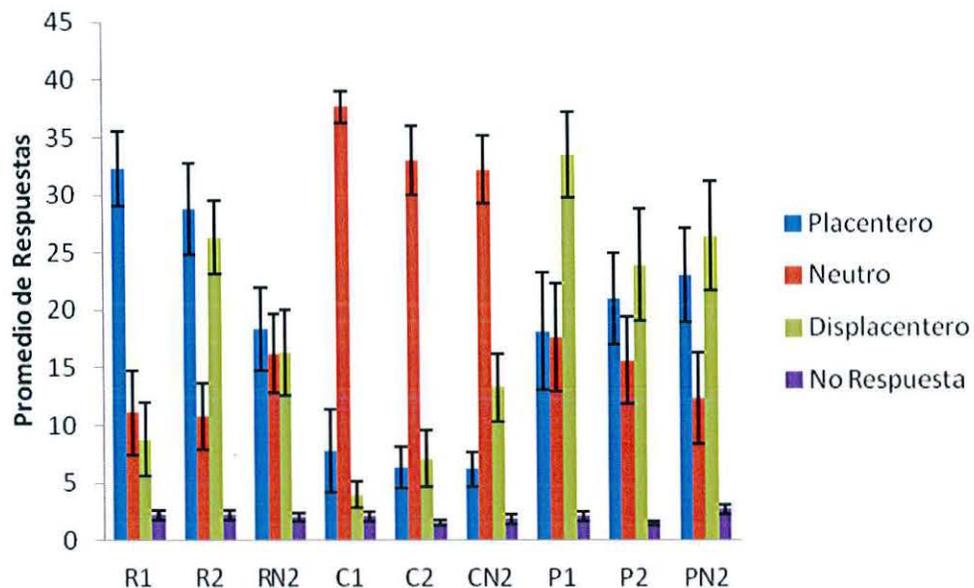


Fig. 12. Clasificación emocional de cada tipo de figura en las condiciones de pre-asociación (primer registro), post-asociación (segundo registro) y no asociación (graficadas con 1 un error estándar). R1= redondeadas (primer registro), R2= redondeadas asociadas (segundo registro), RN2= redondeadas novedosas (no asociadas y presentadas en el segundo registro), C1= cuadradas (primer registro), C2= cuadradas asociadas (segundo registro), CN2= cuadradas novedosas (no asociadas y presentadas en el segundo registro), P1= puntiagudas (primer registro), P2= puntiagudas asociadas (segundo registro), PN2= puntiagudas novedosas (no asociadas y presentadas en el segundo registro).

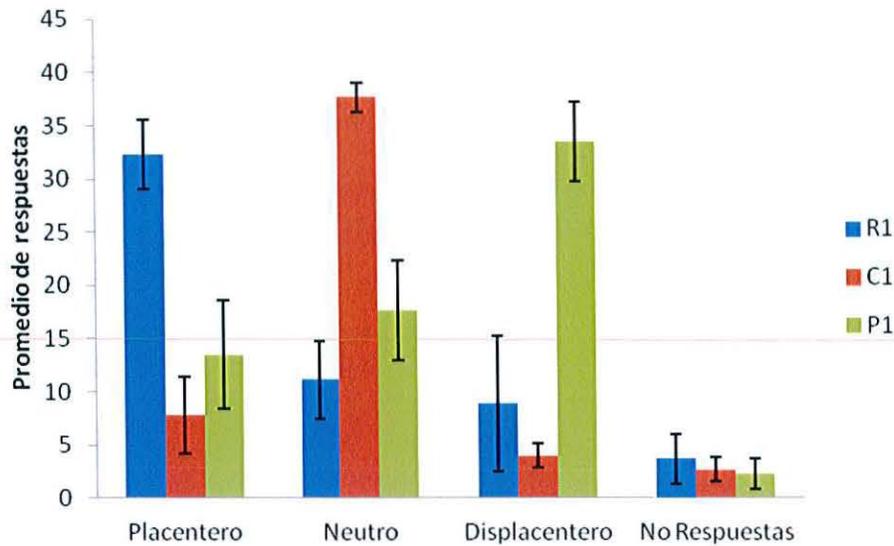


Fig. 13. Clasificación emocional de las figuras en la condición de pre-asociación (graficado con 1 error estándar). R1= Redondeadas, C1= Cuadradas, P1= Puntiagudas.

El análisis de varianza de medidas repetidas para la clasificación en las condiciones mostró una interacción triple significativa entre los factores (condición, tipo de figura y categorización emocional; $F_{(8,364)}=1.97$, $p<0.05$), expresando que la categorización de las imágenes redondeadas varió significativamente de placenteras a neutras ($q_{(4,12)}=6.062$, $p<0.01$) o displacenteras ($q_{(4,12)}=7.55$, $p<0.01$), aunque en general se siguieron clasificando como placenteras. Además, se demostró el efecto que se había hipotetizado previamente como de “generalización”, al comprobarse diferencias significativas entre las imágenes redondeadas novedosas (no asociadas) y aquellas presentadas inicialmente con similares características visuales ($q_{(4,12)}=4.261$, $p<0.01$). En este caso, las imágenes redondeadas de la condición no asociación no fueron categorizadas preferentemente como placenteras, probablemente como producto de la generalización del *appraisal* resultante de la asociación de las figuras redondeadas con imágenes IAPS displacenteras. Ver Figura 14.

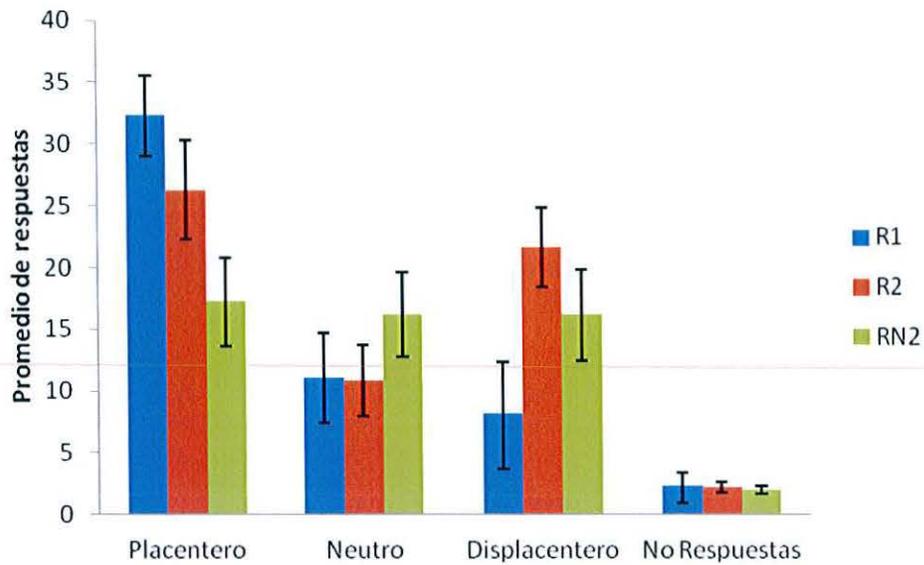


Fig. 14. Clasificación emocional de las figuras predominantemente redondeadas. Frecuencia de clasificación por valoración emocional de las figuras redondeadas en cada condición (graficadas con 2 errores estándar). R1= redondeadas pre-asociación, R2= redondeadas post-asociación, RN2= redondeadas novedosas no-asociadas (presentadas en el segundo registro).

En tanto las imágenes redondeadas presentaron un cambio significativo a nivel valencia pre y post asociación, los otros dos tipos de estímulos no tuvieron cambios significativos. Las cuadradas antes y después de la asociación se siguieron considerando como neutras. Ver Figura 15.

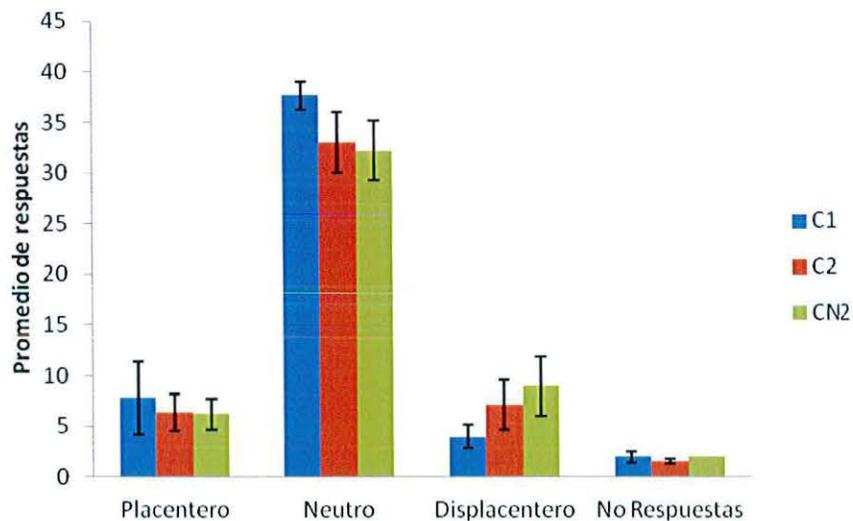


Fig. 15. Clasificación emocional de figuras predominantemente cuadradas. C1= cuadradas pre-asociación, C2= cuadradas post-asociación (segundo registro), CN2=cuadradas novedosas no-asociadas (presentadas en el segundo registro). *Total de posibles respuestas por estímulo= 630.*

Por otro lado, las imágenes puntiagudas no tuvieron un cambio significativo pre y post asociación a nivel valencia. La tendencia de los sujetos fue a clasificarlas como displacenteras en ambas sesiones. Ver Figura 16.

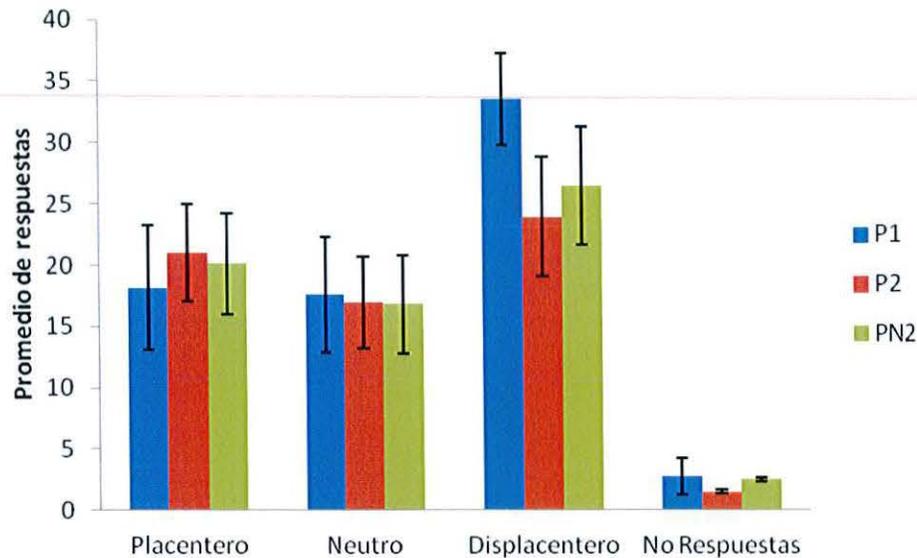


Fig. 16. Clasificación emocional de las figuras predominantemente puntiagudas. P1= puntiagudas pre-asociación, P2= puntiagudas post-asociación (segundo registro), PN2= puntiagudas novedosas no-asociadas (presentadas en el segundo registro).

En los tiempos de clasificación se observaron diferencias significativas ante los estímulos pre-asociación respecto a los no-asociados; $F_{(2,112)}=4.16$, $p<0.05$, donde estos últimos mostraron un mayor tiempo de manera general ($q_{(3,37)}=3.776$, $p<0.05$).

Escala SAM Manikin.

Como las variables en el “Self Assessment Manikin” representan medidas discretas y cualitativas, estas fueron transformadas asignándole un puntaje a cada valor posible para poder comparar las medias obtenidas en las distintas condiciones experimentales, tanto para la escala de valencia como para la de alertamiento. De este modo, se realizaron análisis de varianza de medidas repetidas para 2 factores (Sesión x Tipo de figura), donde las figuras son clasificadas con diferente valencia, de manera general ($F_{(5,154)}=6.07$, $p<0.01$). Sin embargo, no apareció interacción alguna entre los factores estudiados, es decir, el valor asignado a cada figura no varió significativamente en las fases pre y post asociación, usando la escala de Manikin. Ver Figura 17.

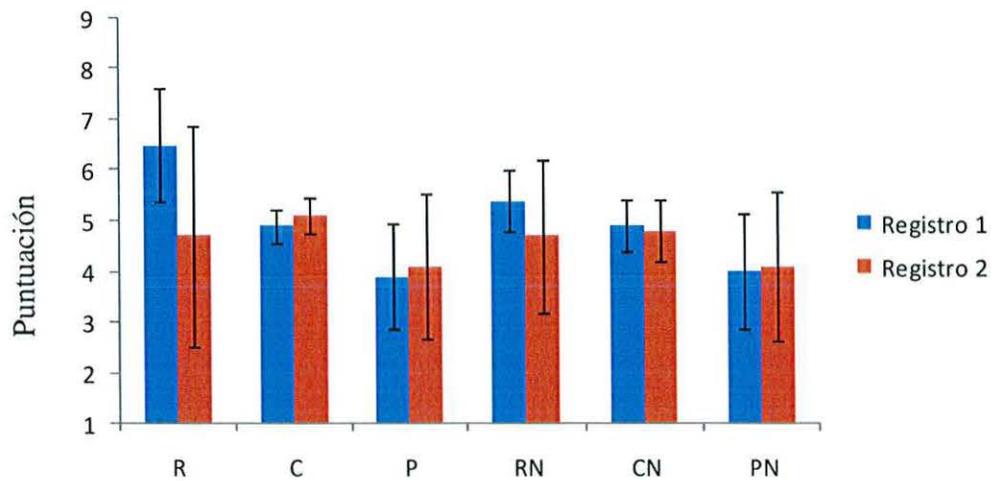


Fig. 17. Valor promedio de las puntuaciones realizadas en la escala de valencia emocional del autoreporte de Manikin, según el tipo de estímulo presentado y la sesión donde fue aplicado. Valores cercanos al 1 son displacenteros, al 5 neutros y al 9 placenteros. R: redondas; C: cuadradas; P: puntiagudas; RN, CN, y PN es la valoración de las imágenes no asociadas antes y después de la fase de asociación. *Barras de error: 2 errores estándar.*

En cuanto al autoreporte en la escala de alertamiento no se demostraron diferencias significativas en el nivel de alertamiento entre los diferentes tipos de figuras o entre las fases de pre-asociación y post-asociación. Ver Figura 18.

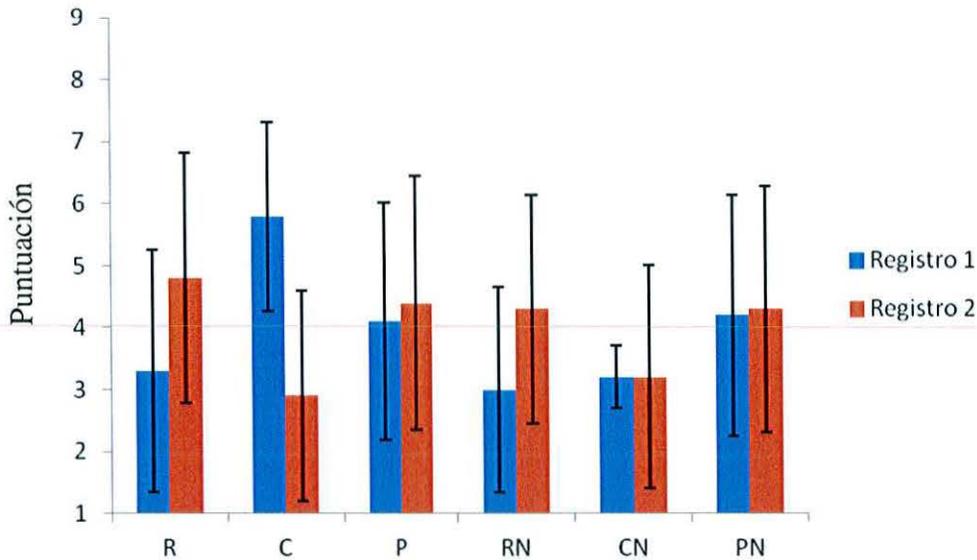


Fig. 18. Valor promedio de las puntuaciones realizadas en la escala de alertamiento del autoreporte de Manikin, según el tipo de estímulo empleado y la sesión donde fue presentado (graficados con 2 errores estándar).

Descripción de frecuencia cardiaca

La variable autonómica registrada en el experimento no mostró cambios significativos pre y post asociación. Ver Figura 19.

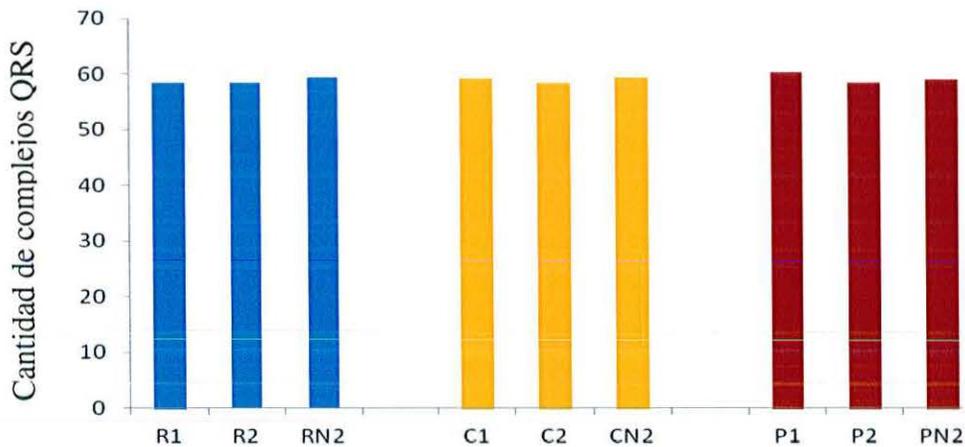


Fig. 19. Cantidad promedio de complejos QRS durante la presentación de cada tipo de estímulo. R1= redondeadas pre-asociación, R2= redondeadas post-asociación, RN2= redondeadas no-asociadas (presentadas en el segundo registro), C1= cuadradas pre-asociación, C2= cuadradas post-asociación (segundo registro), CN2= cuadradas no-asociadas (presentadas en el segundo registro), P1= puntiagudas pre-asociación, P2= puntiagudas post-asociación, PN2= puntiagudas no-asociadas (presentadas en el segundo registro).

Descripción general de los PRES

En general, los PRES obtenidos (8 sujetos) mostraron una morfología similar entre las distintas condiciones estudiadas que podría designarse, según su polaridad y sucesión temporal como de tipo N-P-N-P (en lo adelante denominados como N1, P2, N4 y P6 respectivamente, atendiendo a las latencias de sus picos máximos). Esta sucesión de formas de onda alcanzó valores máximos de voltaje sobre la región del vértex alrededor de los 170, 280, 380 y 580 ms, respectivamente. Estos componentes fueron sucedidos por una negatividad lenta que no resultó evidente en todas las condiciones, y que debido a su latencia de inicio, podría ser interpretada como expresión de un ajuste electrofisiológico de resolución del ensayo evaluado y preparación ante el siguiente, expresándose en términos de voltaje como un regreso a la línea de base. Ver Figuras 20 - 25.

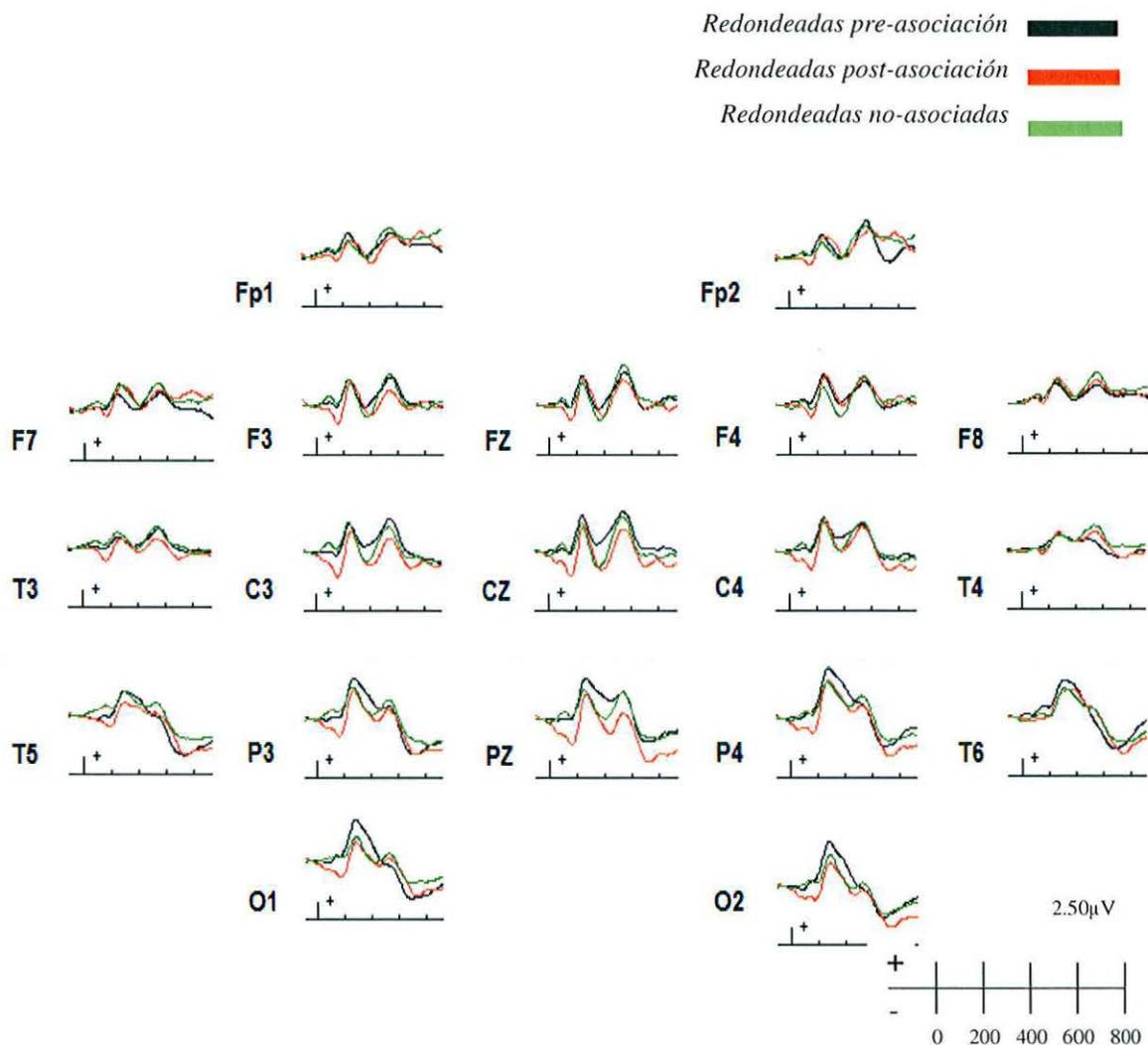


Fig. 20. PRES promedio de las figuras predominantemente redondeadas en las tres condiciones.

Cuadradas pre-asociación █
 Cuadradas post-asociación █
 Cuadradas no-asociadas █

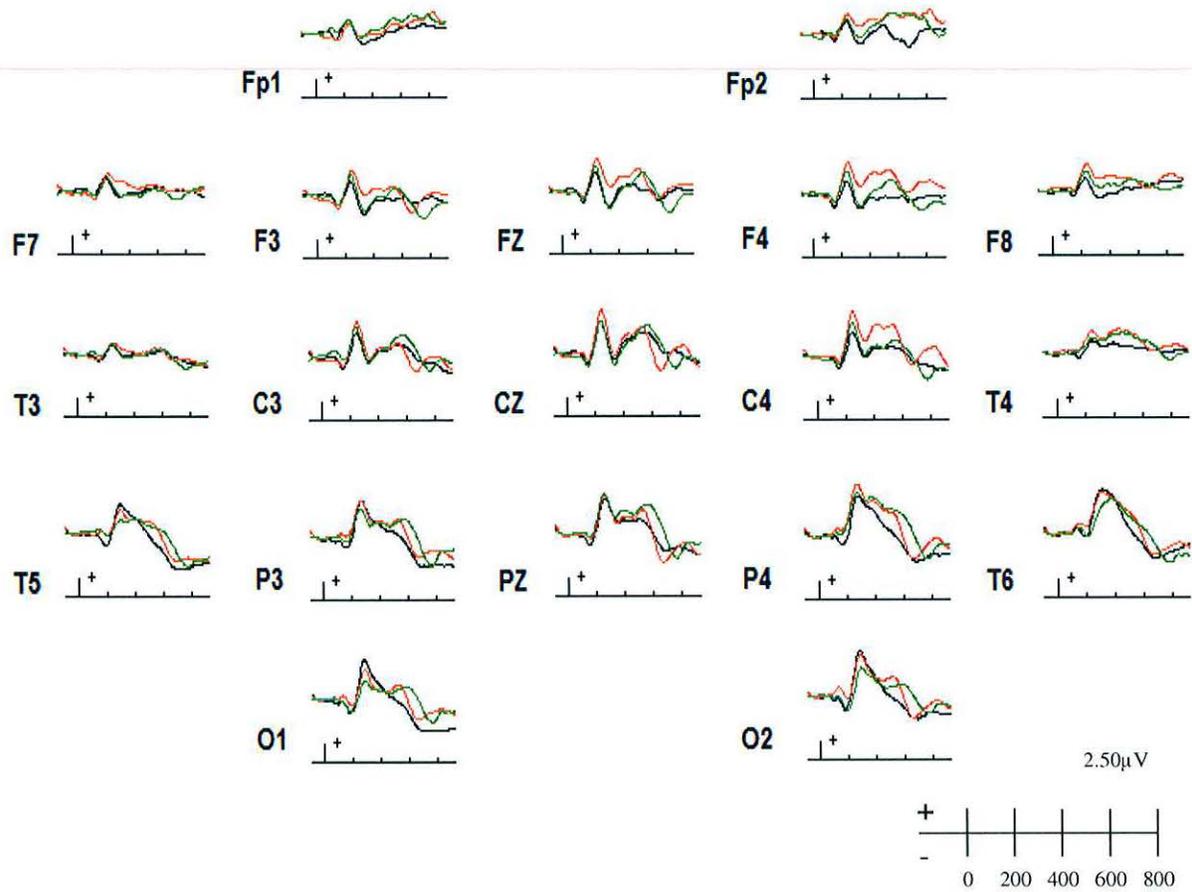


Fig. 21. PREs promedio de las figuras predominantemente cuadradas en las tres condiciones.

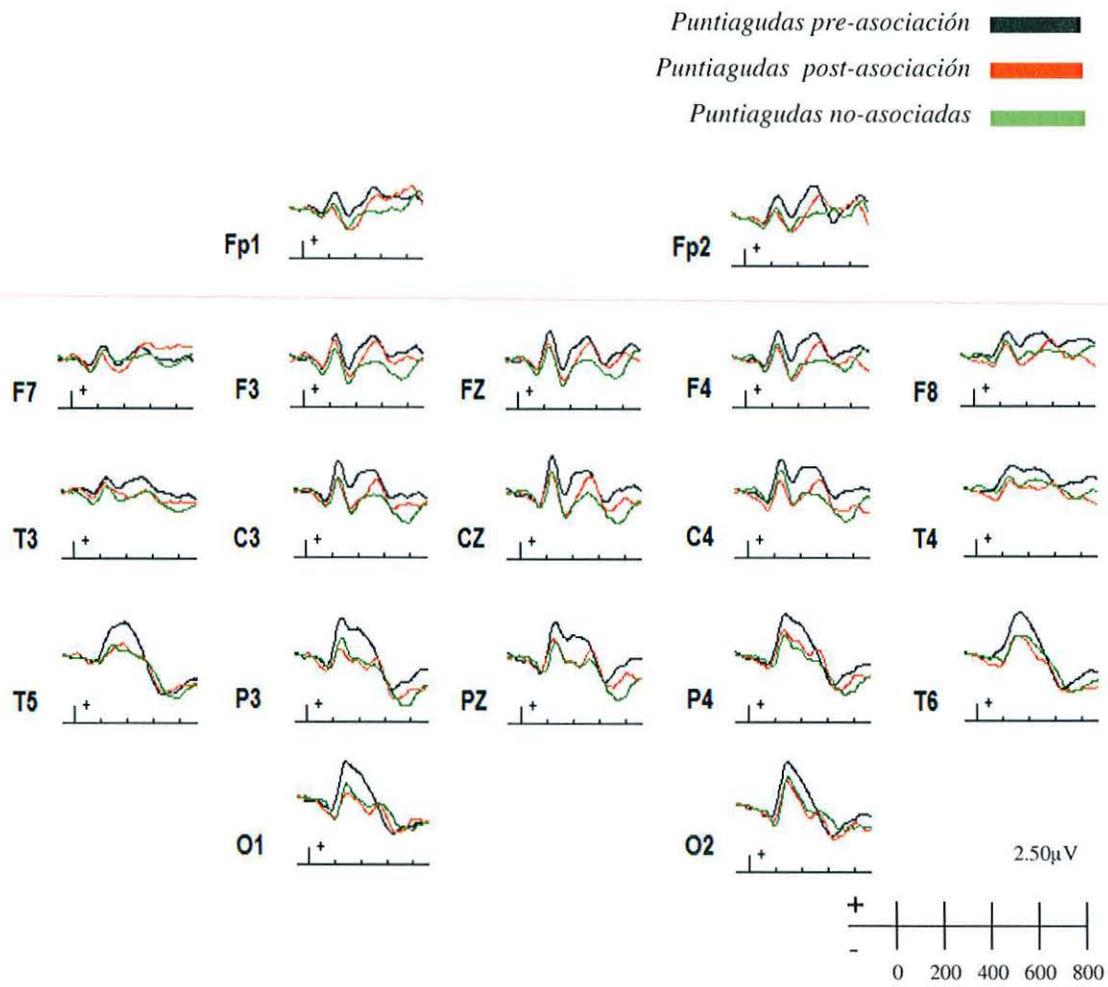


Fig. 22. PREs promedio de las figuras predominantemente puntiagudas en las tres condiciones.

Redondeadas pre-asociación
Cuadradas pre-asociación
Puntiagudas pre-asociación

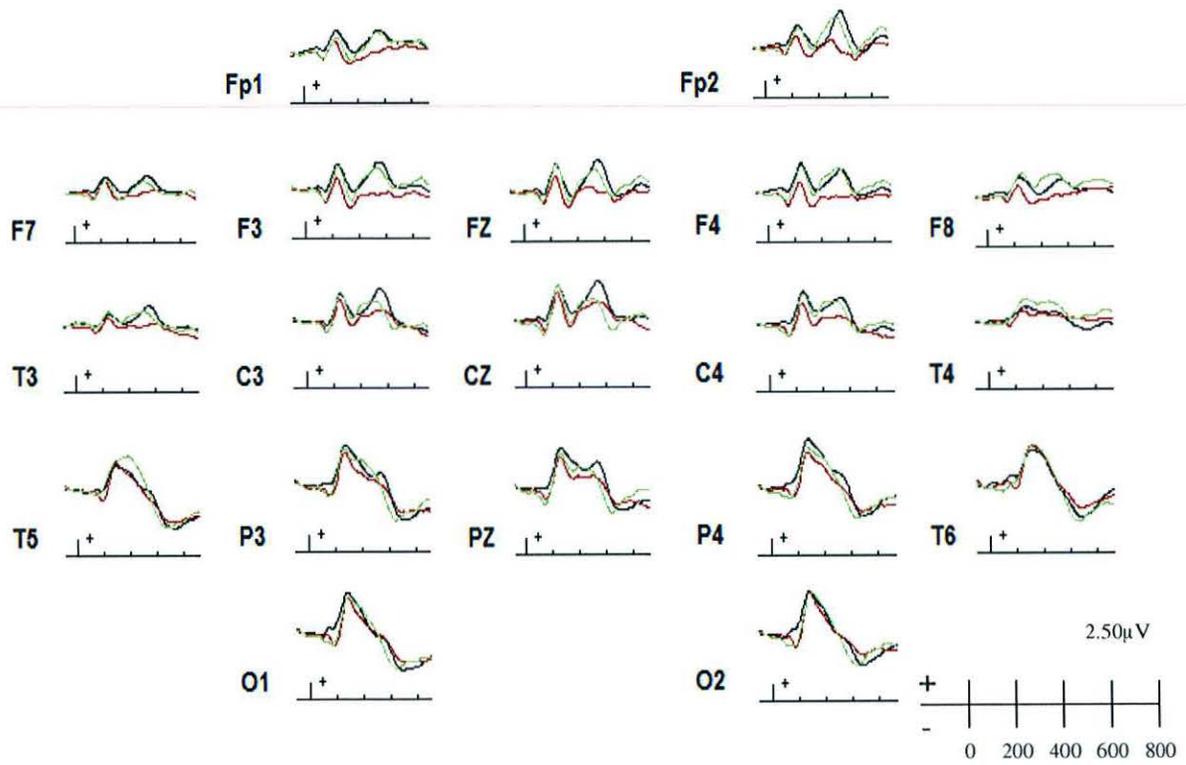


Fig. 23. PREs promedio de los diferentes tipos de figuras en la condición Pre-asociación.

Redondeadas asociadas segundo registro █

Cuadradas asociadas segundo registro █

Puntiagudas asociadas segundo registro █

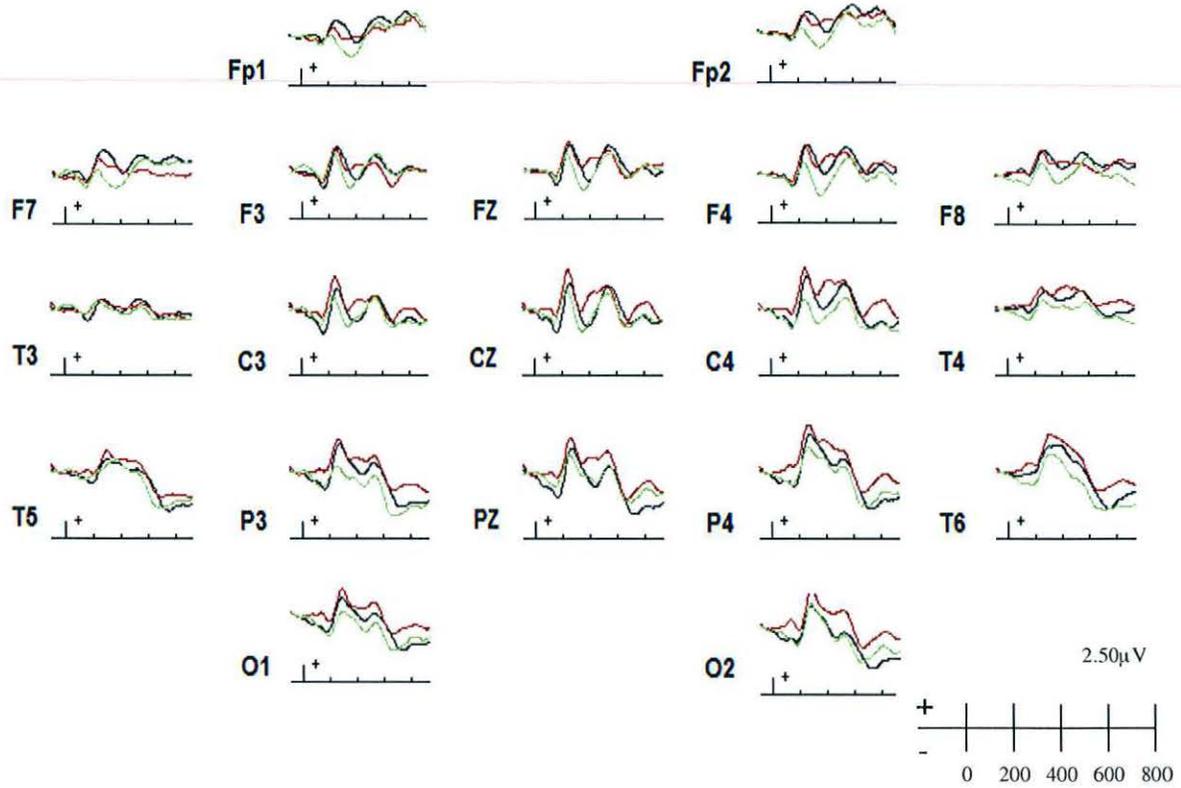


Fig. 24. PREs promedio de los diferentes tipos de figuras en la condición Post-asociación.

Redondeadas novedosas segundo registro █
Cuadradas novedosas segundo registro █
Puntiagudas novedosas segundo registro █

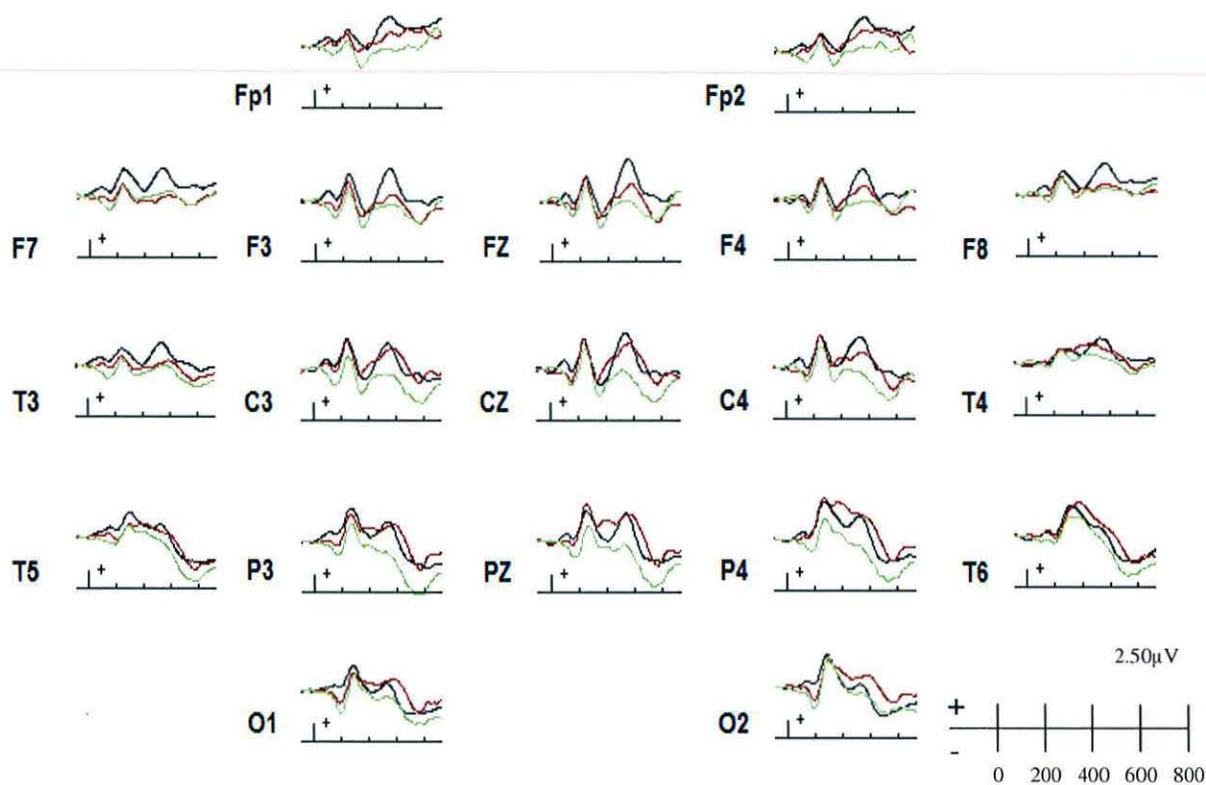


Fig. 25. PREs promedio de los diferentes tipos de figuras No-asociadas.

Análisis de los datos electrofisiológicos

N1

En el análisis de varianza de medidas repetidas de la amplitud del componente N1 se encontraron diferencias significativas entre imágenes en las sesiones pre-asociación y post-asociación ($F_{(2,686)}=6.47$, $p<0.01$). En este sentido se observó una amplitud significativamente mayor de este componente ante los estímulos post-asociación respecto a los estímulos no-asociados ($q_{(4,12)}=4.824$, $p<0.01$) y mayor aún que los estímulos pre-asociación ($q_{(3,31)}=3.812$, $p<0.05$). Por otro lado, se encontraron diferencias entre el tipo de imagen (cuadradas, redondeadas y puntiagudas; $F_{(2,686)}=26.01$, $p<0.01$). Las imágenes puntiagudas muestran una amplitud negativa significativamente mayor que las cuadrados ($q_{(4,12)}=7.293$, $p<0.01$) y que las redondeadas ($q_{(4,12)}=9.819$, $p<0.01$). Se encontró además interacción entre condición por tipo de imagen ($F_{(4,686)}=15.94$, $p<0.01$) en la que pueden observarse dos aspectos principales:

1.- Antes de la asociación las imágenes son procesados de manera diferente; las redondas generan una menor negatividad que las cuadradas ($q=8.362$, $p<0.01$) y que las puntiagudas ($q_{(4,12)}=7.106$, $p<0.01$). Post-asociación las imágenes redondas (que fueron asociadas con imágenes displacenteras) incrementan la amplitud de la negatividad ($q_{(4,12)}=10.596$, $p<0.01$), pero esta vuelve a disminuir en las imágenes redondeadas no-asociadas ($q_{(4,12)}=9.490$, $p<0.01$). Ver Figura 26.

2.- Por otro lado los estímulos cuadrados disminuyen su negatividad en la condición post-asociación respecto de la pre-asociación ($q=3.362$, $p<0.01$). Finalmente en los estímulos puntiagudos esta no se modifica.

P2

En el componente P2 se demostraron diferencias significativas entre la condición pre y post-asociación ($F_{(2,686)}=19.56$, $p<0.01$). La amplitud del componente fue mayor en la sesión pre-asociación respecto a la post-asociación en aquellos estímulos asociados ($q_{(4,12)}=6.809$, $p<0.01$) y no-asociados ($q=8.300$, $p<0.01$). Por otro lado existieron diferencias significativas entre estímulos ($F_{(2,686)}=12.53$, $p<0.01$); esto es, los estímulos puntiagudos generaron una P2 de menor voltaje que los cuadrados ($q=5.540$, $p<0.01$) y aún menor que los redondeados ($q=6.587$, $p<0.01$).

El análisis mostró una interacción entre los factores condición por tipo de imagen ($F_{(4,686)}=12.53, p<0.01$). Aquí los estímulos predominantemente redondeados disminuyeron su amplitud en la sesión post-asociación respecto de la pre-asociación ($q_{(4.12)}=4.214, p<0.01$) y esta tendencia se mantuvo en los redondeados no-asociados ($q_{(3.31)}=4.02, p<0.05$). En tanto, para los estímulos puntiagudos se cumplió una tendencia similar a la que se observó en los redondeados; los valores de voltaje de los estímulos post-asociación disminuyeron significativamente con relación a la sesión pre-asociación ($q_{(3.31)}=10.626, p<0.05$), ocurriendo lo mismo en los estímulos no-asociados ($q_{(3.31)}=9.553, p<0.05$). Sin embargo, los estímulos cuadrados no exhibieron diferencias significativas. Ver Figura 27.

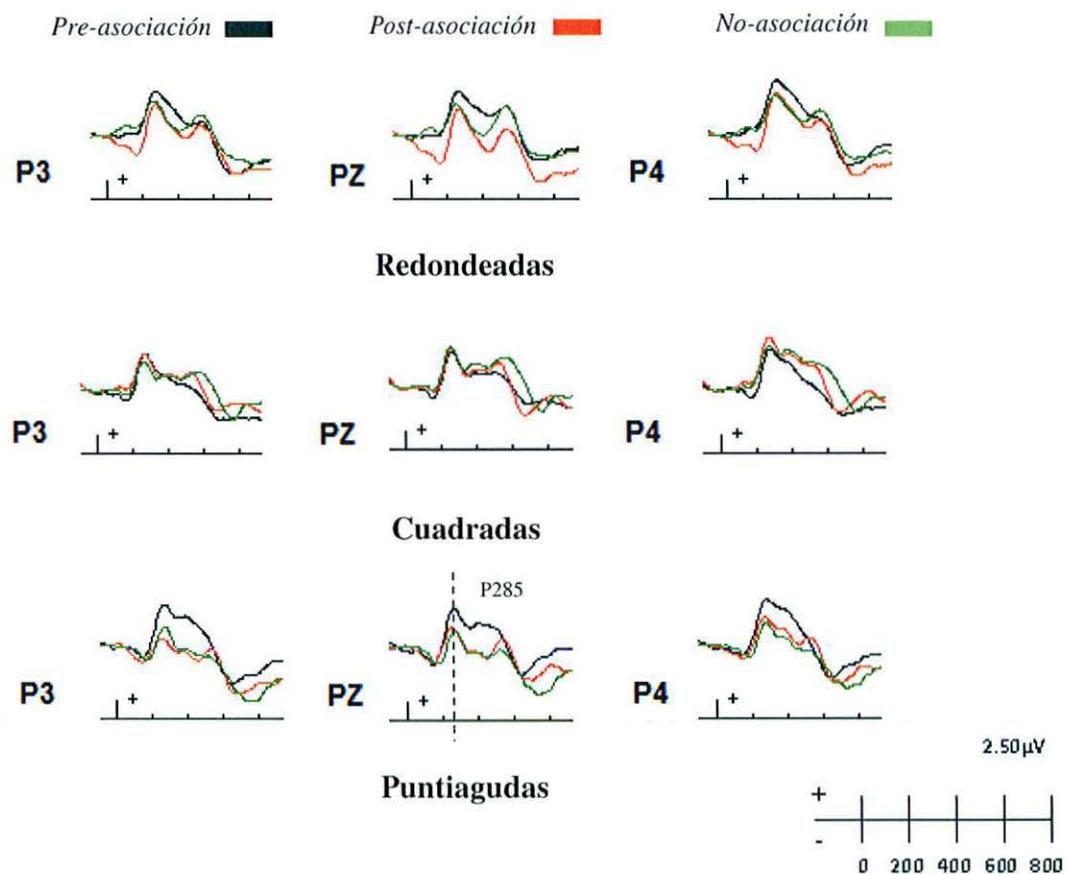


Fig. 26. Ilustración de los PREs promedio en las localizaciones parietales de cada tipo de imagen en las tres condiciones experimentales.

N4

La negatividad que alcanzó máximos voltajes en región central alrededor de los 400ms mostró diferencias significativas entre condiciones ($F_{(2,686)}=20.14$, $p<0.01$). En este sentido, los estímulos pre-asociación generaron significativa menor negatividad respecto de los estímulos post-asociación ($q_{(4,12)}=6.866$, $p<0.01$) y esta diferencia fue aún mayor respecto a las imágenes no-asociadas ($q_{(4,12)}=8.436$, $p<0.01$). En relación al tipo de imágenes también se demostraron diferencias relevantes ($F_{(2,686)}=5.00$, $p<0.01$). Las magnitudes de voltaje en este componente para las imágenes puntiagudas se diferenciaron significativamente de las alcanzadas por las redondeadas ($q_{(3,31)}=3.580$, $p<0.05$) y las cuadradas ($q_{(3,31)}=4.109$, $p<0.05$), alcanzando mayores voltajes en estas últimas.

El análisis de N4 mostró una interacción significativa entre los factores condición y tipo de estímulo ($F_{(4,686)}=8.57$, $p<0.01$). En la sesión pre-asociación las imágenes redondeadas se diferenciaron significativamente de las cuadradas ($q=3.810$, $p<0.05$) y estas últimas de las puntiagudas ($q=4.236$, $p<0.01$). En la sesión post-asociación las imágenes redondeadas asociadas aumentaron significativamente su amplitud de voltaje, diferenciándose de las puntiagudas asociadas ($q_{(3,31)}=3.791$, $p<0.05$) y asimismo estas últimas respecto a las cuadradas asociadas ($q_{(4,12)}=6.611$, $p<0.01$), las cuales disminuyeron su amplitud. En cuanto a las imágenes no-asociadas existieron diferencias significativas entre cuadradas y puntiagudas ($q_{(4,12)}=4.745$, $p<0.01$), alcanzando estas últimas mayor amplitud.

En cuanto al tipo de estímulo con relación a la condición, en las imágenes redondeadas se encontró una mayor negatividad para el componente N4 en la sesión post-asociación respecto a la pre-asociación ($q_{(4,12)}=4.769$, $p<0.01$), al igual que mayor negatividad para los estímulos no-asociados ($q_{(4,12)}=5.691$, $p<0.01$). Ver Figura 27.

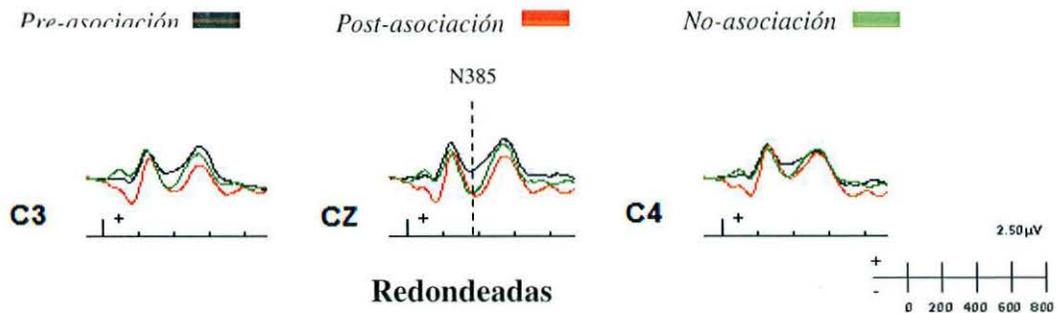


Fig. 27. PREs promedio en las localizaciones parietales de imágenes redondeadas presentadas en las tres condiciones.

Los estímulos puntiagudos mostraron la misma tendencia que los redondeados, en cuanto a generar un aumento en la negatividad del componente durante la sesión post-asociación, donde las figuras post-asociación se diferenciaron de las imágenes pre-asociación ($q_{(4,12)}=8.986$, $p<0.01$) y asimismo las no-asociadas de las pre-asociación ($q_{(4,12)}=8.952$, $p<0.01$). Entre las imágenes cuadradas tampoco se observaron diferencias significativas. Ver Figura 28.

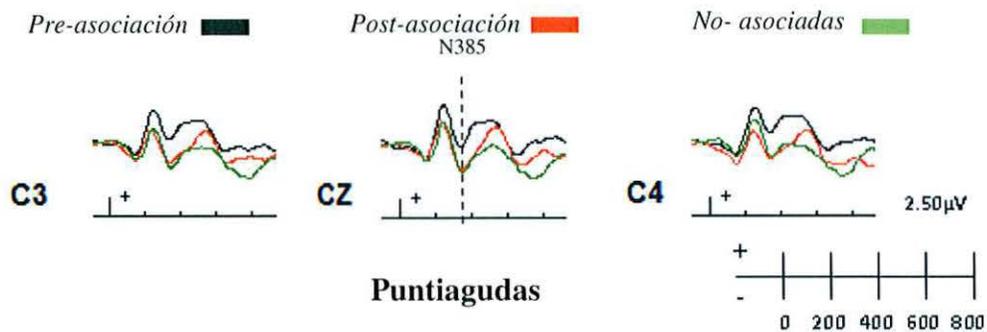


Fig. 28. Ilustración de los PREs promedio en las localizaciones parietales de imágenes puntiagudas presentadas en las tres condiciones.

P6

En la ventana alrededor de los 600ms no se encontraron diferencias entre la condición pre y post-asociación a nivel voltaje, más sí relacionados con el tipo de estímulo ($F_{(4,686)}=44.82$, $p<0.01$). Las imágenes redondeadas se diferenciaron de las cuadradas al generar una amplitud significativamente mayor ($q_{(4,12)}=5.240$, $p<0.01$), la cual, asimismo, fue mayor respecto de las puntiagudas ($q_{(4,12)}=13.290$, $p<0.01$).

Por otro lado existió interacción significativa entre condición por estímulo ($F_{(2,686)}=24.42$, $p<0.01$). Los estímulos redondeados no-asociados se diferenciaron significativamente de los redondeados post-asociación ($q_{(4,12)}=6.254$, $p<0.01$) al mostrar un voltaje mayor. Los estímulos cuadrados pre-asociación tuvieron una significativa menor amplitud a los cuadrados post-asociación ($q_{(4,12)}=7.858$, $p<0.01$) y los no-asociados ($q_{(4,12)}=8.787$, $p<0.01$). Finalmente, los estímulos puntiagudos pre-asociación se diferenciaron significativamente de los no-asociados ($q_{(4,12)}=7.639$, $p<0.01$) al tener un voltaje mayor, asimismo los estímulos puntiagudos post-asociación generaron una amplitud mayor que los no-asociados ($q_{(4,12)}=6.774$, $p<0.01$). **Ver Figura 29.**

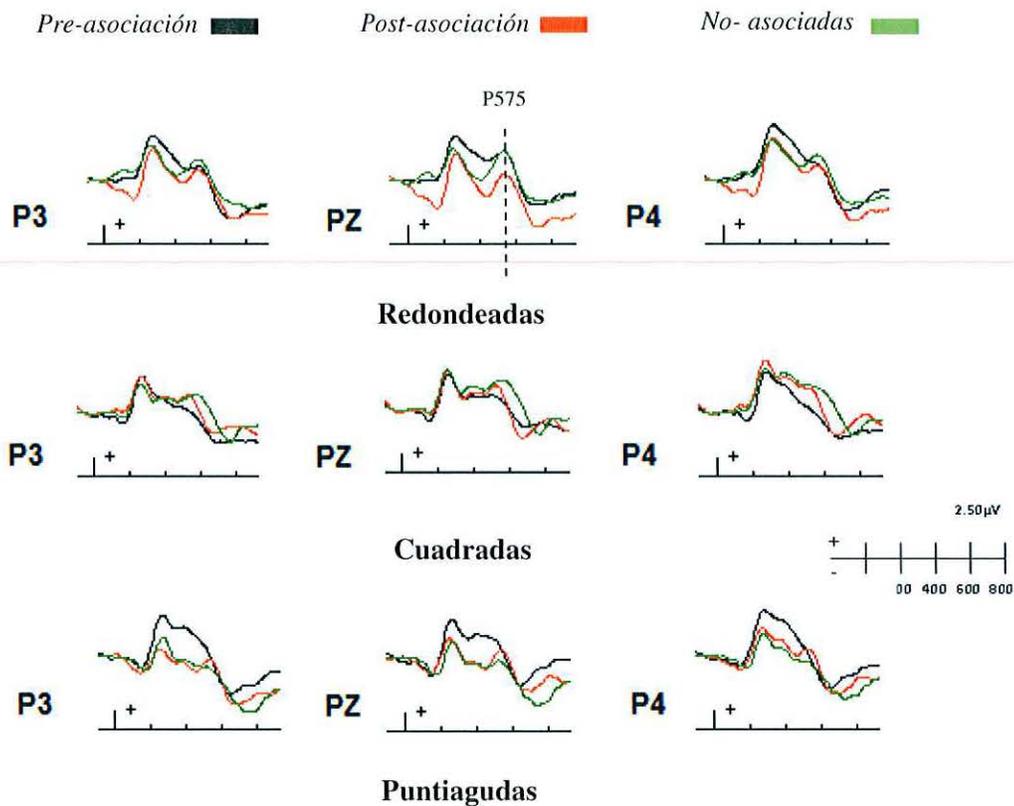


Figura 29. Ilustración de los PREs promedio en las localizaciones parietales de imágenes redondeadas, cuadradas y puntiagudas presentadas en la primera y segunda sesión, así como las novedosas no asociadas con esas características.

Entre niveles del factor estímulo en cada nivel del factor sesión existieron diferencias, en la sesión pre-asociación los estímulos redondeados se diferenciaron de los cuadrados ($q_{(4,12)}=8.637$, $p<0.01$) presentando una mayor amplitud, misma situación respecto de los puntiagudos ($q_{(4,12)}=4.903$, $p<0.01$). Los puntiagudos respecto de los cuadrados también presentaron mayor voltaje en esta sesión ($q_{(3,31)}=3.733$, $p<0.01$). Respecto a la sesión post-asociación las imágenes cuadradas se diferenciaron de las puntiagudas generando un voltaje significativamente mayor ($q_{(4,12)}=4.990$, $p<0.01$). Las imágenes novedosas no asociadas redondeadas mostraron mayor amplitud en comparación de las puntiagudas ($q_{(3,31)}=15.572$, $p<0.01$), las cuadradas también tuvieron mayor voltaje que estas últimas ($q_{(3,31)}=12.693$, $p<0.01$).

Latencia

Las variaciones encontradas en la latencia de los picos máximos de los componentes son mínimas, sin embargo, se encontraron algunas diferencias significativas que tomaremos con precaución dadas justamente las diferencias tan pequeñas del orden de entre 6 y 12 milisegundos.

N1

El análisis de la latencia de este componente mostró diferencias significativas entre condiciones ($F_{(2,686)}=20.67$, $p<0.01$), los estímulos no asociados generaron un componente N1 de mayor latencia con respecto de los estímulos pre-asociación ($q_{(4.12)}=7.800$, $p<0.01$) y los estímulos post-asociación ($q_{(4.12)}=7.949$, $p<0.01$).

Otra diferencia significativa se constató en cuanto al factor tipo de estímulo ($F_{(2,686)}=48.09$, $p<0.01$). El análisis post-hoc mostró que los estímulos redondeados generaron componentes más tardíos que los cuadrados ($q_{(4.12)}=7.665$, $p<0.01$) y que los puntiagudos ($q_{(4.12)}=13.843$, $p<0.01$)-

Se evidenció una interacción significativa entre los factores condición y tipo de estímulo ($F_{(4,686)}=9.30$, $p<0.01$). El examen post-hoc demostró que los estímulos redondeados disminuyen su latencia en la post-asociación respecto de la pre-asociación ($q_{(4.12)}=4.317$, $p<0.01$). En cambio los estímulos Cuadrados incrementan su latencia en las imágenes no-asociadas respecto de las de pre-asociación ($q_{(4.12)}=5.923$, $p<0.01$), al igual que los Puntiagudos ($q_{(4.12)}=9.602$, $p<0.01$).

P2

En esta ventana de tiempo no se demostraron diferencias significativas en cuanto a la latencia del componente.

N4

En la negatividad alrededor de los 400ms sólo existieron diferencias significativas para el factor condición ($F_{(2,182)}=4.15$, $p<0.05$), donde las imágenes no-asociadas generaron componentes de latencias más cortas respecto de las pre y post-asociación, no se encontraron interacciones significativas.

P6

Por último, en este componente se observaron diferencias mínimas en las latencias del pico máximo, aunque significativas entre los diferentes estímulos ($F(2,686)=24.38$, $p<0.01$), donde de manera general e independiente de la condición, las figuras cuadradas alcanzaron su pico máximo más tardíamente que las redondeadas ($q_{(4,12)}=8.323$, $p<0.01$) y que las puntiagudas ($q_{(4,12)}=8.763$, $p<0.01$). Se encontró además una interacción en los factores Condición X tipo de estímulo ($F(4,686)=6.87$, $p<0.01$), en la que sólo las figuras puntiagudas mostraron un incremento en la latencia del pico máximo P6 en la condición de no-asociación respecto de la pre-asociación ($q_{(4,12)}=7.060$, $p<0.01$) y respecto a la post-asociación ($q_{(4,12)}=7.176$, $p<0.01$).

Los cambios más significativos de la condición pre-asociación con respecto a la post-asociación y no-asociación/generalización se dio en cuanto a la amplitud de los componentes P2 y N4. Dichas variaciones se dieron sólo en las figuras de predominio puntiagudo y redondeado, las predominantemente cuadradas no presentaron cambios significativos en la amplitud. Por otro lado, la morfología de estos componentes fue similar en la condición post-asociación y no asociación. En lo que respecta al componente N170 las imágenes redondeadas de la condición pre-asociación se diferenciaron de la post-asociación, generando estas últimas una mayor amplitud. Finalmente en la positividad alrededor de los 600 milisegundos todas las imágenes mostraron variaciones de la condición pre-asociación respecto a la post-asociación y no asociación.

DISCUSIÓN

Uno de los principales elementos de interés del presente trabajo reside en la consideración que habitualmente se realiza en la literatura acerca del proceso cognitivo que permite que un estímulo neutro “a priori” adquiera, según la experiencia previa del sujeto y su propia asociación espacio-temporal con el resto de la información ambiental, una determinada connotación emocional.

Una de las características novedosas de los estímulos empleados en este trabajo deviene de la no “denominabilidad” verbal de los mismos. Conociendo la importancia de las representaciones semánticas no solo como referente general en el proceso de categorización cognitiva, sino como constructor y modificador de las propias dimensiones de clasificación sensorial. Tratamos que el diseño experimental excluyera, en lo posible, una representación verbal directa de los grupos de estímulos usados. A pesar de que la tarea instruyó a los sujetos a realizar un juicio emocional representable verbalmente, la imposibilidad de lograr una asignación semántica directa ante la presentación de cada estímulo impidió, en nuestra opinión, el acceso a representaciones semánticas pre-establecidas que facilitarían la asignación emocional. Sin embargo, los sujetos realizaron un primer juicio no acorde a la neutralidad aparente de todas las figuras (todas novedosas, compuestas por trazos sin forma denominable alguna), sino basados en consideraciones emocionales que establecieron diferencias iniciales en la evaluación de figuras pertenecientes a distintas categorías perceptuales.

Lo anterior parece sugerir que la propia forma de las figuras influyó el juicio emocional ‘de novo’ sobre ellas durante su primera aparición y esto concuerda con evidencia anteriormente reportada. Por ejemplo, parece que los sujetos distinguen en base a la experiencia estímulos con características puntiagudas de estímulos redondeados (Kohler, 1929; Ramachandran y Hubbard, 2001). Esto coincide con nuestros resultados, donde los sujetos tendieron a valorar (en su primera exposición) a estímulos amorfos puntiagudos como displacenteros, los redondeados como placenteros y estímulos cuadrados como neutros.

Los muchos abordajes que desde el punto de vista teórico se han realizado sobre el concepto de “*appraisal*” parecen considerar al mismo como un proceso natural,

aparentemente dependiente de una relación ambiental sostenida con el estímulo “adquirente” y potencialmente similar, al menos en el proceso de adquisición, para cualquiera sea la calidad afectiva resultante de dicho estímulo. En el experimento los estímulos novedosos redondeados tendieron a ser valorados en base al aprendizaje post-asociación de estímulos amorfos redondeados, resultando la experiencia determinante para valorar dichos estímulos novedosos como menos placenteros en comparación con el tipo de valoración realizada en la fase pre-asociación. El aprendizaje producto de la asociación además, tuvo repercusiones tanto a nivel conductual como electrofisiológico.

Los resultados conductuales y electrofisiológicos de nuestro estudio confirman lo que ya se ha documentado ampliamente en la literatura acerca de que un proceso de asociación sostenida transforma un estímulo de categorización inicial neutra en un estímulo con una valencia emocional positiva o negativa, según el carácter de la asociación impuesta (Stolarova, Keil y Moratti, 2005; Bröckelmann, Steinberg, Elling, Zwanzger, Pantev y Junghöfer, 2011).

En nuestro caso, se demostró este efecto al comprobarse un cambio significativo y selectivo en la categorización afectiva de estímulos no denominables, junto a cambios significativos para la amplitud de los componentes más tempranos (N1, P2 y N4) entre las sesiones de registro pre y post-asociación en el caso de las figuras que fueron asociadas con una valencia diferente a la neutra (similar a la inicial), mientras que no se comprobó el mismo en las figuras no sometidas a este tipo de asociación. Este resultado reproduce el efecto clásico de condicionamiento (LeDoux, 2000; Rolls, 2005; Phelps, 2006)

Sin embargo, cabe destacar que el cambio en la categorización emocional no fue equivalente en los 2 tipos de figuras asociadas a figuras del IAPS con una connotación emocional claramente establecida. En el caso de las figuras redondeadas (asociadas a imágenes negativas) el cambio conductual resultó significativo, mientras no lo fue para las figuras puntiagudas (asociadas a imágenes positivas). Este efecto debe interpretarse en dos direcciones:

- peso específico diferente para las asignaciones emocionales “por generalización”, es decir, para aquellas realizadas ante la presentación novedosa de un estímulo “neutro” por asociación con estímulos previamente categorizados. En este sentido, parece que el proceso de conversión de una valencia neutra a una negativa no es equivalente al de conversión de

una valencia neutra a una positiva. Aquí cabría esperar un efecto de adaptación natural, por cuanto en determinados contextos puede ser más relevante detectar y actuar rápidamente ante la presencia de un estímulo negativo o amenazante, que ante uno de otra connotación (Öhman y Soares, 1994; Carretie, Mercado, Tapia y Hinojosa, 2001; Öhman, Flykt y Esteves, 2001; Vuilleumier, Armony, Driver y Dolan, 2003; Deplanque y cols, 2004; Carretie, Hinojosa, Albert y Mercado, 2006; Carlson, Fee y Reinke, 2009). Esto podría explicar determinada preferencia para la detección de estímulos negativos (como lo sugiere el cambio temprano en N1 para las figuras redondeadas asociadas) y la preferencia conductual en este sentido de cambio de asignación (positiva o neutra hacia negativa).

.- mayor facilidad para la generalización “a posteriori” de una asignación negativa *en construcción*. En este caso, nuestros resultados parecen sugerir una asimetría en el efecto de generalización del *appraisal* construido experimentalmente. Es decir, estímulos novedosos que tengan similitudes a otros cuya categorización por exposición tiende a ser de carácter negativo, serán más fácilmente categorizados como tales que los que tengan analogías con estímulos cuyo *appraisal* en construcción tienda a una clasificación de valencia positiva. Esto podría relacionarse con la explicación previa de un proceso adaptativo al ambiente y/o a la idea de que las valencias emocionales positiva y negativa no representan los polos de un continuo cuyo cero sería la neutralidad, sino dimensiones de construcción compleja con múltiples factores involucrados.

N1

Respecto a la negatividad a los 170 milisegundos, diversos estudios han demostrado que estímulos con una connotación emocional displacentera marcadamente establecida, generan una mayor amplitud con respecto a estímulos valorados como neutros o placenteros (Carretie, Mercado, Tapia y Hinojosa, 2001; Deplanque y cols, 2004; Carretie, Hinojosa, Albert y Mercado, 2006). En lo que respecta a nuestro estudio, los resultados demostraron que los estímulos en la sesión pre-asociación, clasificados con una tendencia negativa (figuras amorfas puntiagudas), mostraron una amplitud mayor respecto aquellos estímulos valorados como neutros (cuadrados). Sin embargo, aquellos estímulos redondeados en la sesión pre-asociación categorizados como placenteros mostraron diferencias significativas en la amplitud del componente, respecto aquellos redondeados

clasificados como menos placenteros (producto de la asociación con imágenes AIPS negativas). El que existieran diferencias entre los estímulos categorizados con tendencia displacentera, neutra y placentera, podría deberse a que realmente existe una asignación valente impregnada. Por otro lado esta “impregnación”, en el caso de la valencia displacentera, alcanzó a diferenciarse significativamente en los estímulos asociados. Estos hallazgos parecen refutar algunas diferencias que se han reportado en la literatura (Carretie, Mercado, Tapia y Hinojosa, 2001; Deplanque y cols, 2004), mientras sustentan la teoría que aquellos estímulos con connotación negativa son más relevantes para los sujetos (al menos como formadores de *appraisal*) y son procesados como prioritarios desde el punto de vista temporal en el cerebro (Öhman y Soares, 1994; Morris, Öhman y Donald, 1999; Carretie y cols, 2001; Vuilleumier y cols, 2003), lo que coincide con la evidencia que señala la existencia de un procesamiento inconsciente, sustentado en la amígdala, que modula las respuestas a nivel central y periférico en el organismo (Liddell y cols (2005). De hecho en latencias menores a los 170 milisegundos, sobre regiones occipitales, se ha encontrado la aparición de un componente denominado “C1” alrededor de los 60-90ms, en estímulos condicionados negativamente respecto aquellos que tuvieron un condicionamiento neutro (Stolarova, Keil y Moratti, 2005). Sin embargo existen nuevos reportes de que ambas valencias modulan los componentes tempranos P(20-50ms) y N(100-130) a nivel auditivo, presentándose similar modulación tanto para factores emocionales displacenteros como placenteros a nivel cortical (Bröckelmann y cols, 2011).

P200

En lo que respecta al componente P2 se observaron diferencias entre el primer y el segundo registro. Tanto los estímulos que fueron clasificados en forma placentera como displacenteramente, al mismo tiempo que aquellos novedosos que compartieron una morfología similar con estos (proceso de generalización), mostraron una reducción en la amplitud del componente con respecto al primer registro, suceso que no se presentó en los estímulos asociados con imágenes IAPS neutras.

En este componente se ha observado, al igual que la N1, una modulación por parte de la valencia de los estímulos (Carretie, Mercado, Tapia y Hinojosa, 2001; Deplanque y cols, 2004). Aquellos estímulos categorizados como placenteros o displacenteros generan

una mayor amplitud que los neutros. Por otro lado, los estímulos con valencias displacenteras generan mayor voltaje que los placenteros (Carretie y cols, 2001) independientemente si el alertamiento que generan las imágenes es pobre (Deplanque y cols, 2004). Tanto el nivel de alertamiento como la valencia parecen influir la amplitud de P2. Este componente se ha asociado a procesos de atención, donde se evalúan las características salientes de los estímulos (Dolcos y Cabeza, 2002; Schupp, Cuthbert, Bradley, Hillman, Hamm y Lang, 2004). Tal vez las condiciones del actual diseño experimental, donde se trató de asociar las figuras con imágenes IAPS de valencia contraria a la primeramente expresada haya provocado una reducción en la amplitud del componente al verse afectada la relación pre-establecida “redondez-bienestar” y sobre todo “puntiforme-displacer”, debido a la asociación natural de estas últimas con objetos filosos. En las figuras cuadradas donde no se presentó este conflicto la amplitud de la P2 no se redujo.

De cualquier modo esta propuesta de explicación es limitada, por la escasez de elementos de discusión en la literatura al respecto, además de que para este tipo de imágenes no se podría hablar de “asignación” real con una valencia determinada, sino sólo con tendencias. Dicho aspecto se puede reflejar en nuestro estudio tanto en los tiempos de reacción como en las calificaciones del test SAM, donde las puntuaciones no fueron similares respecto a estudios que utilizan imágenes con valencia establecidas (Lang y Bradley, 1994). Otra explicación a la disminución de la amplitud en este componente, podría ser un efecto de modulación por la adquisición de experiencia producto directo de la asociación, cuestión reportada en otros estudios en P1 (Rahman y Sommer, 2008; Rahman y Sommer, 2011), donde se ha postulado que un mayor conocimiento sobre cierto estímulo disminuye la amplitud en el componente.

Asimismo, la disminución observada en la amplitud para ciertas condiciones no parece deberse a la novedad de los estímulos, ya que esta no se observó en los estímulos cuadrados, por lo que este hallazgo parece reforzar la hipótesis de que se trató de un efecto dependiente de la adquisición de una valencia emocional y susceptible de generalización (como ocurrió al evaluar imágenes novedosas no asociadas).

N400

El componente N400 clásicamente se ha obtenido en tareas de tipo semántico, siendo reportado de manera clásica como resultado de una incongruencia lingüística entre 2 elementos representables semánticamente. La topografía de N4 depende del estímulo que se procese y se vincula con el significado de palabras, objetos (Kutas & Hillyard, 1980; Kutas, Van Petten, & Kluender, 2006) y rostros (Eimer, 2000). La modulación de este componente a nivel amplitud, ya que la latencia parece no variar significativamente, es producto de la demanda de la tarea y del dominio del estímulo [palabras, objetos o rostros] (Eimer, 2000; Ganis, Kutas, & Sereno, 1996; Holcomb & McPherson, 1994).

Rahman y Sommer (2008) realizaron un paradigma en el que asociaban un objeto novedoso con determinada información, implicando que este adquiere una categoría y representación semántica y como resultado de dicha adjudicación de información se generaba una negatividad alrededor de los 400 milisegundos. En tal estudio, el conocimiento sobre determinado estímulo cambió la manera en que se percibió, reflejando la modulación de los componentes de los PREs según el grado de conocimiento del estímulo y su representación semántica. Es posible que en nuestro caso ocurra algo similar, aunque la restricción estaría en que la N4 reflejaría la adquisición de una representación categorial incongruente con la inicial, a pesar de que postularíamos (aunque no es comprobable con el diseño actual) que este efecto iría desapareciendo si se mantiene el sentido de la asociación prolongadamente en el tiempo. En última instancia, a pesar de que ninguna de las figuras era denominable por sí misma, sí lo era el producto de su categorización (placentera, neutra o displacentera), por lo que N4 podría representar la adquisición de esta representación verbal generalizable a imágenes de similares características, como ocurrió con las figuras novedosas que no habían sufrido el condicionamiento. La falta de modulación de las imágenes cuadradas parece reforzar esta explicación.

Algunos estudios que han condicionado un estímulo neutro con otro aversivo no reportan la aparición de este componente (Stolarova y cols 2005; Bröckelmann y cols, 2011). Del mismo modo, algunos estudios sobre emociones en los que se valoran imágenes como placenteras o displacenteras no suelen reportar esta negatividad, sólo aquellos en que la variable semántica es un aspecto fundamental, como es el caso de estudios que usan palabras con connotación emocional (Kanske y Kotz, 2007), rostros familiares y no

familiares (Eimer, 2000) y aquellos que asocian determinada información semántica positiva o negativa (biografía del sujeto) con un rostro en específico (Rahman y Sommer, 2011).

Algunos estudios sugieren que la información que se tenga o adquiera sobre determinado estímulo modula los componentes tempranos de los PREs, en específico P1 (Rahman y Sommer, 2008; Rahman y Sommer, 2011). En nuestro caso, los cambios observados en los componentes P2 y N4 vinculados al proceso de generalización se anteponen a los obtenidos en N1, donde no se observaron modificaciones asociadas a dicho proceso. La explicación a lo anterior parece residir en que la generalización es un proceso cognitivo complejo y racional, probablemente radicado en estructuras de alto nivel, y cuyos sustratos electrofisiológicos correspondan con cambios mucho más tardíos. Alternativamente cabría postular la posibilidad de que: 1) el estímulo asociado no pudo “consolidar” suficientemente la nueva valencia emocional como para poder generalizar y automatizar el reconocimiento de figuras con características perceptuales similares, desencadenando, por ende, cambios tempranos en los PREs, y 2) no es posible distinguir cambios a través de un procesamiento muy rápido para este tipo de figuras complejas, sobre todo considerando que no se trata de figuras con análogos naturales aversivos (por ejemplo).

Los hallazgos del presente estudio en N4 merecen investigación adicional, tanto sobre la naturaleza de las modificaciones de este componente en un paradigma como el nuestro, como sobre su ausencia en paradigmas de asignación relativamente similares.

P600

Las evidencias sugieren que la onda lenta alrededor de los 600ms se encuentra modulada por la valencia afectiva (ya sea placentera o displacentera) y el nivel de alertamiento. Aquellas imágenes con determinada valencia y un nivel de alertamiento alto propician una mayor positividad. Diversos estudios relacionan esta positividad tardía con mecanismos de memoria en el procesamiento de tipo afectivo (ver Olofsson y cols, 2008). En nuestro estudio esta positividad podría reflejar el nivel de esfuerzo cognitivo o (en su caso) la magnitud de la transformación compleja que indicaría la formación de una estructura mnésica que sustente la nueva asignación emocional de la categoría. En este

caso, los cambios en la amplitud de P6 explicarían la diferencia observada entre los estímulos novedosos y los asociados (en este caso también los hallazgos de las diferencias en la latencia apoyarían esta hipótesis), mientras que también reflejaría la diferencia en la dimensión emocional reflejada por las valencias asociadas a las figuras.

Frecuencia cardíaca

En un principio hipotetizamos que habría cambios significativos en la frecuencia cardíaca reflejando el proceso de evaluación y reasignación emocional de los estímulos como ha sido reiteradamente reportado (Sebastiani, Castellani y D'Alessandro, 2011). Sin embargo, aunque existieron variaciones en la asignación de valencia a las figuras a nivel conductual como producto de la asociación, esta no tuvo un impacto significativo en la respuesta autonómica que medimos. Tal vez el poco alertamiento natural de los estímulos utilizados (figuras amorfas) sea insuficiente para provocar cambios mensurables en esta variable.

Por otro lado, considerando que las participantes en este estudio fueron del sexo femenino, probablemente el hecho reportado acerca de que las mujeres perciben como menos agradables las imágenes visuales que los hombres y que además, otorguen mayor “arousal” a imágenes displacenteras (Bianchin y Angrilli, 2011) podría sustentar nuestros resultados, por cuanto las imágenes “displacenteras” del presente estudio eran asumidas como tal como producto de la asociación y por tanto tenían un bajo impacto intrínseco, tanto en valencia como en alertamiento.

Consideraciones Finales:

Diversas investigaciones han propuesto que los estímulos con una connotación emocional atraen mayores recursos atencivos que los estímulos neutros (Öhman y Soares, 1994; Carretie, Mercado, Tapia y Hinojosa, 2000; Morris, Öhman y Donald, 1999; LeDoux, 2000; Carretie y cols, 2001; Vuilleumier y cols, 2003; Deplanque y cols, 2004; Rolls, 2005; Phelps, 2006). Además, un estímulo puede adquirir una connotación emocional dependiendo del contexto con el que se asocia, y aunque existen algunos menos sensibles a variar su contenido emocional, en general los estímulos son valorados según su relevancia en un momento específico (Rolls, 2005; Sander, Grandjean y Scherer, 2005).

Los estímulos con carácter emocional generan respuestas en el organismo a diferencia de aquellos considerados como neutros. En particular se ha observado que el procesamiento a nivel temporal se realiza con mayor velocidad ante estímulos emocionales (Öhman y Soares, 1994; Carretié, Mercado, Tapia y Hinojosa, 2000; Morris, Öhman y Donald, 1999). Asimismo, estos son menos sensibles a procesos de habituación, es decir, son en menor medida proclives a no ser procesados con prioridad (Carretié, Hinojosa y Mercado, 2003).

De este modo, los estímulos aversivos en particular (sobre todo aquellos que representan una amenaza) resultan menos sensibles a la habituación y son procesados de manera rápida en comparación a aquellos considerados como placenteros (Carretié, Hinojosa y Mercado, 2003). Estos últimos, a su vez, son prioritariamente procesados con relación a los neutros (Carretié, Hinojosa y Mercado, 2003; Vuilleumier y cols, 2003; Deplanque y cols, 2004).

En el caso de nuestro estudio, algunos de los resultados merecen una consideración adicional:

1.- Cuando los sujetos tenían forzosamente que clasificar desde el punto de vista emocional figuras cuadradas, redondeadas y puntiagudas, estas últimas fueron capaces de generar cambios electrofisiológicos (negatividad temprana, sobre los 170ms con mayor voltaje en la primera sesión). Este resultado se puede interpretar en dos afirmaciones superpuestas: a) la primera evaluación emocional de un estímulo se realiza como extensión del conocimiento previo del ambiente; b) las tendencias innatas relacionadas con la detección de peligro favorecen la implementación de estrategias de detección perceptual de estímulos similares a aquellos clasificados como potencialmente dañinos y la formación de un nuevo constructo emocional (*appraisal*) en ese sentido. En consecuencia, los cambios demostrados en los PREs reflejan la detección diferencial de estos estímulos y su procesamiento cognitivo posterior.

2.- Los resultados en el segundo registro, producto de la asociación, parecen sugerir que; a) estímulos previamente categorizados con una connotación displacentera son menos sensibles al cambio, mientras aquellos con una connotación placentera lo son en mayor medida. Los estímulos puntiagudos variaron en menor grado en su categorización entre registros que los redondeados. Mayor número de sujetos cambiaron en su designación de

considerar a un estímulo redondeado de placentero a displacentero, respecto a aquellos que modificaron su juicio sobre las figuras puntiagudas de displacenteras a placenteras. Como habíamos comentado, esto coincide con otros resultados señalando que los estímulos displacenteros son menos sensibles a la modulación (Carretié, Hinojosa y Mercado, 2003; Olofsson, 2008).

En el presente estudio se evitó, al menos en lo posible, la asociación semántica de los estímulos, pero siendo el lenguaje un recurso fundamental para interactuar, manipular y comprender la realidad, es posible que se haya accedido a cierta representación en este nivel. Esta suposición podría coincidir con la noción proveniente de estudios donde a los estímulos a los que se les adjudica cierta información presentan una disminución en el componente P1 (en nuestro caso el análogo sería P2), con aumento en la amplitud de N4 (Rahman y Sommer, 2008; Rahman y Sommer, 2011). Se requiere de investigaciones posteriores para poder verificar esta relación, ya que también hay estudios que utilizan paradigmas de condicionamiento y que no han reportado esta tendencia en P2 y P4 (Stolarova y cols, 2005; Bröckelmann y cols, 2011).

3.- Finalmente, lo que denominamos como “proceso de generalización” del concepto emocional creado por la asociación, mostró evidencias de su existencia tanto a nivel conductual como electrofisiológico; a) a nivel conductual se tendió a valorar de manera similar a los estímulos asociados y los novedosos no asociados pero con similitud perceptual, b) la morfología de los componentes P2 y N4 obtenidos en los estímulos novedosos no asociados (redondeados y puntiagudos) resultó similar a la de los estímulos asociados y significativamente diferente de aquella encontrada ante el procesamiento de los estímulos (perceptualmente similares) presentados en el primer registro.

Conclusiones:

Los resultados presentes parecen sugerir que:

- Los estímulos polimorfos, aun siendo poco denominables, son clasificados con alguna etiqueta (de acuerdo a su configuración física y en un modo ordenado) emocional cuando se le instruye al sujeto que lo haga.
- La asociación reiterada de estos estímulos con otros de fuerte valencia emocional (ej. imágenes IAPS), demostró cambios disímiles en relación a la categoría emocional evaluada.
- El condicionamiento no solo cambió la categorización emocional de un grupo de estímulos desde el punto de vista conductual, sino que también correlacionó con cambios en los PREs.
- El aprendizaje del *appraisal* se generaliza a estímulos similares desde el punto de vista perceptual. Este último punto ha sido hasta ahora poco estudiado y requiere de futuras investigaciones para esclarecer sus sustratos neurofuncionales y curso temporal.

BIBLIOGRAFÍA

- Adolphs, R., Daniel, T., Damasio, H., y Damasio, A. (1995). Fear and the Human Amygdala. *The Journal of Neuroscience*, 15(9), 5879-5891.
- Armony, J. (2002). Building emotional memories: Insights from a computational model of fear conditioning. En A. Parker, E. D. Wilding y T. J. Bussey (Eds.), *The cognitive neuroscience of memory encoding and retrieval*. Hove: Psychology Press.
- Barbas, H. (2006) Organization of the principal pathways of prefrontal lateral, medial, and orbitofrontal cortices in primates and implications for their collaborative interaction in executive functions. En J. Risberg y J. Grafman (Eds.), *The prefrontal lobes development, function and pathology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Baxter, M. G. y Murray, E. A. (2002). The amygdala and reward. *Nature Reviews*, 3, 563-573.
- Bianchin, M., y Angrilli, A. (2011). Gender differences in emotional responses: A psychophysiological study. *Physiology & Behavior*, en prensa.
- Burke, K.A., Takahashi, Y, K. Correll, J., Brown, P. L., y Schoenbaum, G. (2009). Orbitofrontal inactivation impairs reversal of Pavlovian learning by interfering with disinhibition of responding for previously unrewarded cues. *European Journal of Neuroscience*, 30, 1941–1946.
- Bradley, M. M. (2000). Emotion and motivation. En Caccioppo, Tassinari and Berntson (Eds.), *Handbook of psychophysiology*. (2ª ed.). Cambridge: Cambridge University Press.
- Buchanan, T. W., y Ralph, A. (2004). The neuroanatomy of emotional memory in humans. En D. Reisberg y P. Hertel (Eds.), *Memory and emotion*. New York: Oxford University Press.
- Caramazza, A., y Mahon, B. Z. (2006). The organization of conceptual knowledge in the brain: the feature's past and some future directions. En M. Coltheart y A. Caramazza (Eds.), *Cognitive Neuropsychology twenty years on*. Hove: Psychology Press.

- Carretié, L., Hinojosa J. A., Martín-Loaches, M. Mercado, F y Tapia, M. (2004). Automatic attention to emotional stimuli: Neural correlates. *Human Brain Mapping*, 22, 290-299.
- Carretié, L., Hinojosa J. A., y Mercado, F (2003). Cerebral patterns of attentional habituation to emotional visual stimuli. *Psychophysiology*, 40, 381-388.
- Carretié, L., Mercado, Tapia, M., e Hinojosa J. A. (2001). Emotion, attention, and the 'negativity bias', studied through event-related potentials. *International Journal of Psychophysiology*, 41, 75-85.
- Clore, G.L. y Ortony, A. (2000). Cognition in emotion: Always, sometimes, or never? En R. D. Lane and L. Nadel (Eds.), *Cognitive Neuroscience of Emotion*. New York: Oxford University Press
- Cristinzio, C., Sander, D., y Vuilleumier, P. (2007). Recognition of emotional face expressions and amygdala pathology. *Epileptologie*, 24, 130 – 138.
- Cummings, J. F. y Miller, B. M. (2006). Conceptual al clinical aspects of the frontal lobes. En J. F. Cummings y B. L. Miller (Eds.), *The human frontal lobes: functions and disorders*. New York: Guilford Press
- Dalgleish, T. (2003). Information processing approaches to emotion. En R. J. Davidson, K. R. Scherer y H. H. Goldsmith (Eds.), *Handbook of affective sciences*. New York: Oxford University Press.
- Damasio, A. (2006). *El error de Descartes*. España: Drakontos Bolsillo.
- Davidson, R. J., Pizzagalli, D., Nitschke, J. B., y Kalin, N. H. (2003). Parsing the subcomponents of emotion and disorders of emotion: perspectives from affective neuroscience. En R. J. Davidson, K. R. Scherer y H. H. Goldsmith (Eds.), *Handbook of affective sciences*. New York: Oxford University Press.
- Delplanque, S., Silvert, L., Hot, P., y Sequeira, H. (2004). Event-related P3a and P3b in response to unpredictable emotional stimuli. *Biological Psychology*, 68, 107-120.
- Delplanque, S., Silvert, L., Hot, P., Rigoulot, S., y Sequeira, H. (2006). Arousal and valence effects on event-related P3a and P3b during emotional categorization. *International Journal of Psychophysiology*, 60, 315-322.

- Dennis, M (2006). Prefrontal cortex: typical and atypical development. En J. Risberg y J. Grafman (Eds.), *The prefrontal lobes development, function and pathology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Dolcos, F., y Cabeza, R. (2002). Event-related potentials of emotional memory: Encoding pleasant, unpleasant, and neutral Pictures. *Cognitive, Affective, and Behavioral neuroscience*, 2(3), 252-263.
- Donaldson, D.I., Allan, K., y Wilding, E.L. (2002). Fractionating episodic memory retrieval using event-related potentials. En A. Parker, E. D. Wilding y T. J. Bussey (Eds.), *The cognitive neuroscience of memory encoding and retrieval*. Hove: Psychology Press.
- Ekman, P. (1999). Facial expressions. En T. Dalgleish y M. Power (Eds.), *Handbook of Cognition and Emotion*. New York: John Wiley y Sons Ltd.
- Fernández, T., y González-Garrido, A. A. (2001). EEG y cognición. En V. M. Alcaraz y E. Gumá (Eds.), *Texto de neurociencias cognitivas*. Mexico: Manual Moderno.
- Fontaine, J. R. J., Scherer, K. R., Roesch, E. B., y Ellsworth, P. C. (2007). The world of emotions is not two-dimensional. *Psychological Science*, 8(12), 1050-1057.
- Goldin, P. R., McRae, K., Ramel, W., y Gross, J. J. (2008). The Neural Bases of Emotion Regulation: Reappraisal and Suppression of Negative Emotion. *Biological Psychiatry*, 63, 577-586.
- Gottfreid, J.A. y Dolan, R. A. (2004). Human orbitofrontal cortex mediates extinction learning while accessing conditioned representations of value. *Nature neuroscience*, 10, 1146-1153.
- Groenewegen, H. J., y Ulyngs, H. B. M. (2000). The prefrontal cortex and the integration of sensory, limbic and automatic information. En H. B. M. Uylings, C. G. van Eden, J. P. C. de Bruin, M. G. P. Feenstra y C. M. A. Pennartz (Eds.), *Cognition, emotion and automatic responses: The integrative role of the prefrontal cortex and limbic structures*. Amsterdam: ELSEVIER.

- Gumá, E., y González-Garrido, A. A. (2001). Los potenciales relacionados a eventos cognitivos. En V. M. Alcaraz y E. Gumá (Eds.), *Texto de neurociencias cognitivas*. México: Manual Moderno.
- Hergenhahn, B. R. y Olson M. H. (2005). *An introduction to theories of learning* (7 Edición). New Jersey: PEARSON Prentice Hall.
- Holland. P. C. y Gallagher, M. (2004). Amygdala–frontal interactions and reward expectancy. *Current Opinion in Neurobiology*, 14, 148-155.
- Hornak, J., O'Doherty, J., Bramham, J., Rolls, E. T., Morris, R. G., Bullock, P. R. y Polkey, C. E. (2004). Reward-related reversal learning after surgical excisions in orbito-frontal or dorsolateral prefrontal cortex in humans. *Journal of Cognitive Neuroscience* 16(3), 463–478.
- Hot, P., Leconte, P., y Sequeira, H. (2005). Diurnal autonomic variations and emotional reactivity. *Biological psychology*, 69, 261-270.
- Hugdahl, K., y Stormark, K. M. (2003). Emotional modulation of selective attention: Behavioral and psychophysiological measures. En R. J. Davidson, K. R. Scherer y H. H. Goldsmith (Eds.), *Handbook of affective sciences*. New York: Oxford University Press.
- Humphreys, G. W. y Riddoch, J. M. (2006). Features, objects, action: The cognitive neuropsychology of visual object processing, 1984-2004. En M. Coltheart y A. Caramazza (Eds.), *Cognitive Neuropsychology twenty years on*. Hove: Psychology Press.
- Kringelbach, M. L. y Rolls, E. T. (2004). The functional neuroanatomy of the human orbitofrontal cortex: evidence from neuroimaging and neuropsychology. *Progress in Neurobiology*, 72, 341-372.
- Kringelbach, M. L. (2005). The human orbitofrontal cortex: linking reward to hedonic experience. *Nature reviews*, 6, 691-702.
- LaBar, K. S., y LeDoux, J. E. (2003). Emotional learning circuits in animals and humans. En R. J. Davidson, K. R. Scherer y H. H. Goldsmith (Eds.), *Handbook of affective sciences*. New York: Oxford University Press.

- Lazarus, R. (1995). Target article: vexing research problems inherent in cognitive mediational theories of emotion and some solutions. *Psychological Inquiry*, 6, 1995, 183-196.
- LeDoux, J. E. (1995). Emotion: clues from the brain. *Ann. Rev. Psychol.*, 46, 209-235.
- LeDoux, J. E. (1998). The emotional brain En J. M. Jenkins, K. Oatley y N. L. Stein (Eds.), *Human Emotions: A Reader*. Oxford: Wiley-Blackwell.
- LeDoux, J. (2000). Cognitive-emotional interactions: listen to the brain. En R. D. Lane and L. Nadel (Eds.), *Cognitive Neuroscience of Emotion*. New York: Oxford University Press.
- Lewis, M. D., y Stieben, J. (2004). Emotional regulation in the brain: conceptual issues and directions for developmental research. *Child Development*, 75(2), 371-376.
- Martin, A., y Chao, L. L. (2008). Semantic memory and the brain: structure and processes. *Current Opinion in Neurobiology*, 11, 194-201.
- McGaugh, J. L., y Cahill, L. (2003). Emotion and memory: Central and peripheral contributions. En R. J. Davidson, K. R. Scherer y H. H. Goldsmith (Eds.), *Handbook of affective sciences*. New York: Oxford University Press.
- McRae, K., Ochsner, K. N., Mauss, I. B., Gabrieli, J. J. D., y Gross, J. J. (2008). Gender differences in emotion regulation: An fMRI study of cognitive reappraisal. *Group Processes & Intergroup Relations*, 11(2), 143-162.
- Moser, J. S., Krompinger, J. W., Dietz, J., y Simons, R. F. (2009). Electrophysiological correlates of decreasing and increasing emotional responses to unpleasant pictures. *Psychophysiology*, 46, 17-27.
- Olofsson, J. K., Nordin, S., Sequeira, H., y Polich, J. (2008). Affective picture processing: An integrative review of ERP findings. *Biological Psychology*, 77, 247-265.
- Ochsner, K. N., y Gross, J. J. (2005). The cognitive control of emotion. *TRENDS in Cognitive Sciences*, 9(5), 242-249.
- Packard, M. G. , y Cahill, L. (2001). Affective modulation of multiple memory systems. *Current Opinion in Neurobiology*, 11, 752-756.

- Parkinson, B (1996). Emotion. En B. Parkinson y A. M. Coleman (Eds.), *Emotion and motivation*. London: Longman.
- Phelps, E. A. (2006). Emotion and cognition: Insights from studies of the human amygdala. *Annu. Rev. Psychol.* 57, 22-53.
- Portellano, J.A. (2005). *Introducción a la Neuropsicología*. Mc Graw Hill. Madrid.
- Postma, A., Kessels, R., y van Asselen, M. (2008). How the brain remembers and forgets where things are: The neurocognition of object–location memory. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*. In press.
- Quirk, G., y Beer, J.S. (2006). Prefrontal involvement in emotion regulation: Convergence of Rat and Human Studies. *Current Opinion in Neurobiology*, 16, 723-727.
- Rains, D. (2004). *Principios de neuropsicología humana*. México: McGraw-Hill.
- Rolls, E. T. (2005). *Emotion explained*. Nueva York: Oxford University Press.
- Rolls E. T., y Grabenhorst, F. (2008). The orbitofrontal cortex and beyond: From affect to decision-making. *Progress in neurobiology*, 86, 216-244.
- Roseman, y Smith. (2001). Appraisal theory: overview, assumptions, varieties, controversies En K. R. Scherer, A. Schorr y T. Johnstone (Eds.), *Appraisal processes in emotion: theory, methods, research*. New York: Oxford University Press.
- Roth, G. (2003). The principle of emotional learning. En R. H. Kluwe, G. Lüer y F. Rösler (Eds.), *Principles of Learning and Memory*. Basel: Birkhauser Verlag.
- Sander, D., Grafman, J., y Zalla, T. (2003). The human amygdala: An evolved system for relevance detection. *Reviews in the Neurosciences*, 14, 303-316.
- Sander, D., Grandjean, D., y Scherer, K. R. (2005). A system approach to appraisal mechanisms in emotion. *Neural Networks*, 18, 317–352.
- Scherer, K. R. (2001). Appraisal considered as a process of multi-level sequential checking. En K. R. Scherer, A. Schorr, y T. Johnstone (Eds.). *Appraisal processes in emotion: Theory, methods, research*. New York: Oxford University Press.
- Scherer, K. R., y Tran, V. (2001). Effects of emotion on the process of organizational learning. En A. Berthoin Antal, J. Child, M. Dierkes, y I. Nonaka

(Eds.). *Handbook of Organizational Learning and Knowledge*. New York: Oxford University Press.

- Scherer, K. R. (2003). Introduction: cognitive components of emotion. En R. J. Davidson, K. R. Scherer y H. H. Goldsmith (Eds.), *Handbook of affective sciences*. New York: Oxford University Press.
- Schultz, W., Tremblay, L., y Hollerman, J. R. (2000). Reward processing in primate orbitofrontal cortex and basal ganglia. *Cerebral Cortex*, 10, 272-283.
- Sebastiani, L., Castellani, E., y D'Alessandro, L. (2011). Emotion processing without awareness: features detection or significance evaluation? *International Journal of Psychophysiology*, 80(2), 150-156.
- Sequeira, H., Hot, P., Silvert, L., y Delplanque, S. (2008). Electrical autonomic correlates of emotion. *International Journal of Psychophysiology*, In press.
- Siemer, M., Gross, J. J., y Mauss, I. (2007). Same situation-different emotions: How appraisals shape our emotions. *Emotion*, 7(3), 592-600.
- Schooler, J. W., y Eich, E. (2000). Memory for emotional events. En E. Tulving y F. I. M. Craik (Eds.), *Handbook of memory*. New York: Oxford University Press.
- van Eden, C. G., y Buijs, R.M. (2000). Functional neuroanatomy of the prefrontal cortex: automatic interactions. En H. B. M. Uylings, C. G. van Eden, J. P. C. de Bruin, M. G. P. Feenstra y C. M. A. Pennartz (Eds.), *Cognition, emotion and automatic responses: The integrative role of the prefrontal cortex and limbic structures*. Amsterdam: ELSEVIER.
- Wurtz, R. B., y Kandel, E. R. (2000). Perception of motion, depth and form. En E. R. Kandel, J. H. Schwartz y T.M. Jessell (Eds.), *Principles of neural science*. (4ª Ed.). New York: McGraw-Hill