



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

---

Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias  
División de Ciencias Biológicas  
Departamento de Ciencias Ambientales

## INSTITUTO DE NEUROCIENCIAS

Categorización emocional de un estímulo facial  
con diferentes grados de definición perceptual.

Tesis

que para obtener el grado de

**DOCTORA EN CIENCIA DEL COMPORTAMIENTO**  
(OPCIÓN NEUROCIENCIA)

Presenta

**Marina Alveláis Alarcón**

Comité tutorial

**Dr. Andrés González Garrido (Director)**

Dr. Héctor Martínez Sánchez

Dra. Julieta Ramos Loyo

## **Agradecimientos**

Este proyecto pudo concluirse gracias....

Al apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, un organismo orgullosamente Mexicano.

A la formación profesional, exigente y de alta calidad de los profesores investigadores del Instituto de Neurociencias de la Universidad de Guadalajara a lo largo de estos 6 años.

A las experiencias profesionales y personales adquiridas en el laboratorio del Dr. John Polich en la Universidad de San Diego, Estados Unidos y en el Lab. 8 del Dr. Luis Carretié de la Universidad Autónoma de Madrid, España.

Al siempre solícito equipo de trabajo de mis compañeros en el "Fear Less Lab" de Neurofisiología clínica (cualquier día de la semana, fuese de día o de noche; especialmente a Adriana y Dany).

Al equipo de asesores del proyecto por su interés y confianza, especialmente a la Dra. Julieta Ramos Loyo por su calidez y al Dr. Daniel Zarabozo Enríquez de Rivero, por su disposición.

A la paciencia y apoyo permanentes de la Dra. Fabiola Gómez Velázquez.

A la guía, supervisión, enseñanza, motivación, *formación* y cariño de mi queridísimo tutor Dr. Andrés González- Garrido.

A mis vínculos entrañables y frecuentemente incomprensibles con la ciudad de Tijuana.

A mi familia que vive allá y que ha disfrutado y sufrido conmigo las exigencias y recompensas de este proyecto y de la distancia.

A mis sobrinos Daril, Nia y Esteban por su colaboración en línea y asistencia técnica incondicional.

A todos mis amigos que generosa e incondicionalmente me apoyaron para poder llegar a este momento, especialmente a Laurita.

A Editina en Canada, a Selene, Mileva y Netza, en Guadalajara; a Priscila, Susana e Iliana en Tijuana, a Olga en Sinaloa, a Moi en España, a Luis Alvelais en donde quiera que radique y a los demás locales que me hicieron sentir en casa.

A todos ellos *Gracias Totales*

### ***Dedicatoria***

Este trabajo esta dedicado a quien se interese seriamente por la comprensión del afecto, sus interacciones cognitivas y los substratos neurobiológicos subyacentes.

A Horacio Alvelais Contreras y Maricarmen Alarcón Torres, *mi mejor esfuerzo* con todo cariño siempre.

## INDICE

INTRODUCCIÓN .....	4
ANTECEDENTES .....	6
Emoción: definición y características relevantes.....	6
Bases neurales de la expresión emocional .....	17
Bases neurales de la expresión emocional facial .....	19
Emoción y cognición posturas y modelos explicativos .....	22
Categorización emocional .....	25
Estudios de categorización.....	30
La memoria de trabajo en la percepción y la categorización emocional .....	34
Medidas electrofisiológicas relacionadas con la percepción y categorización de la expresión emocional.....	36
PRE's asociados al reconocimiento facial .....	40
PRE's asociados al reconocimiento de la expresión emocional.....	42
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	45
OBJETIVO GENERAL .....	47
Objetivos Específicos.....	47
Hipótesis General .....	47
Hipótesis Específicas .....	47
MÉTODO .....	49
Sujetos:.....	49
Variables:.....	49
Estímulos:.....	50
Procedimiento .....	51
Análisis .....	59
RESULTADOS .....	62
Experimento 1 .....	62
Experimento 2.....	74
DISCUSIÓN .....	98
REFERENCIAS.....	109

## RESUMEN

En el presente trabajo se evaluó la influencia de la definición perceptual sobre la categorización de estímulos emocionales en dos niveles de dificultad (tarea simple y tarea doble). Para ello se seleccionaron dos grupos de 16 sujetos cada uno, diestros, equivalentes en sexo y edad, de escolaridad universitaria. Las tareas consistieron en la presentación en pantalla de una secuencia balanceada de fotografías de rostros con diferente expresión emocional (alegre, enojo y neutral) y de morphs con 2 niveles de degradación perceptual (del alegre al neutro: 4 categorías y del enojo al neutro: 4 categorías). Los sujetos tenían que categorizar según la tarea a) el género, B) la emoción c) el género y emoción. Registrándose la ejecución conductual en ambos grupos y la actividad eléctrica en solo uno de ellos. Ambos grupos se sometieron a las mismas tareas en similitud de condiciones experimentales. La obtención de los PRE's se obtuvo del registro electrofisiológico de uno de los grupos, utilizando un gorro electrocap de 32 derivaciones. Los resultados revelan que la categorización de la expresión emocional es influenciada tanto por la definición perceptual del estímulo como por las demandas de la tarea. Así, a mayor definición perceptual mayor precisión en la categorización y a mayor demanda menor precisión. Por otra parte, el efecto de la definición perceptual en la ejecución conductual varía de acuerdo al tipo de emoción. Los cambios en los PRE's confirman las tendencias de los resultados conductuales. De acuerdo con los hallazgos en el contexto de la categorización emocional el N170 podría ser un reflejo de la magnitud y duración de los recursos cognitivos empleados en el reconocimiento de los rasgos estables del rostro. Los presentes resultados parecen reforzar que la interacción de los procesos *top-down* y *botom-up* implícitos en la evaluación y categorización de los estímulos emocionales no es tan estable como se ha descrito, aparentemente los procesos están sintonizados dinámicamente de acuerdo a las características del estímulo y a las demandas de la tarea.

## ABSTRACT

The influence of stimuli perceptual integrity on emotional categorization was evaluated in two levels of task memory demands. Two groups of sixteen (eight males per group) young university, right-handed subjects were matched according to their age, scholarship and sex to perform the same three behavioral tasks, with or without simultaneous electrophysiological recording. Tasks consisted in the presentation –in a PC screen- of a balanced sequence of pictures of faces with different emotional contents (happy, angry, neutral) in which two different morphing category exemplars were randomly included (from happy to neutral: 4 morph levels; from angry to neutral: 4 morph levels). Subjects were instructed to differentiate: a) gender, B) emotion, c) gender and emotion. Event related potentials were recorded in one of the groups from 32 electrodes in the scalp. Results revealed that emotional categorization is influence by both; perceptual definition of the stimuli (higher definition implying sharper responses) and task demands (higher demands determining less accuracy and slower responses). However, the effect of perceptual definition on behavioral performance depends on the emotion *per se*. In addition, higher degree of task efforts used to spread the main effect of perceptual definition but keeping steady differences. ERPs changes confirmed the behavioral tendencies but interestingly, N170 seemed to point out that, in the context of an emotional categorization of facial expression, this component appears to stand for different levels of cognitive efforts to introject the mental construct of the emotional category for each incoming facial emotional stimulus. In brief, present results seem to emphasize that the interaction between top-down and bottom up processing of emotional facial stimuli is not as stable as it could be supposed to, appearing to be dynamically tuned in accordance with stimulus characteristics and task demands.

## INTRODUCCIÓN

Durante varios siglos se ha venido discutiendo si la cognición y la emoción son aspectos independientes y si estos forman parte de la *mente* o del cuerpo. El estudio de las Neurociencias nos permite el conocimiento científico de manera integral de problemas que tradicionalmente pertenecían exclusivamente al campo de la medicina, la psicología o la antropología, entre algunas otras disciplinas.

Actualmente, integrando el conocimiento previo y generando nuevos modelos es posible obtener datos sobre la relación entre el comportamiento humano y la actividad cerebral abordando de manera experimental fenómenos tan complejos como las emociones.

Se ha dicho que "las emociones son fenómenos psicofisiológicos de corta duración que representan modos eficientes de adaptación ante demandas ambientales siempre cambiantes..." Levenson (1992). Este aspecto de la funcionalidad humana adquiere relevancia cuando se reconoce que contrario a lo que se pensaba, las emociones no representan debilidad o ineficiencia, sino que al contrario, cumplen una función adaptativa.

El estudio de las emociones ha sido abordado desde distintas perspectivas, sin embargo, la debilidad metodológica muchas veces criticada parece radicar en la dificultad para "medir" las mismas, así como para distinguir las del resto del procesamiento cognitivo. Tal vez la evaluación comparativa de las emociones en el contexto de un rostro pudiera de alguna manera ayudar a salvar este obstáculo por resultar mensurable en cuanto a los rasgos involucrados, además de poseer una alta relevancia social para el individuo.

Se han postulado diversos modelos explicativos sobre cómo se percibe y categoriza una emoción, sin embargo, aún quedan muchas interrogantes en cuanto a los sustratos neurales relacionados con la categorización emocional y en particular en lo que respecta a su curso temporal. En ese sentido, aunque se acepta que cada precepto emocionalmente valente está relacionado con características físicas específicas, no se ha establecido con claridad el conjunto particular que

define a un estímulo como afectivamente positivo o negativo. ¿Será entonces que la definición de los rasgos perceptuales determina esta categorización o predominará la experiencia previa del sujeto? Cualquier respuesta a esta interrogante tendría que considerar un término intermedio resultante de un intercepción no necesariamente equivalente en ambos sentidos.

En una lógica simplista, podría especularse que el proceso de categorización emocional consume recursos cognitivos cuya disponibilidad es limitada, por lo que tal vez la eficiencia de este proceso pueda depender (al menos en algún grado) de la demanda cognitiva de la tarea. Una idea intuitiva podría sugerir que la asignación del carácter emocional de un estímulo, podría estar asociada con la comparación en memoria de trabajo (si el sujeto ha de realizar un juicio rápido) de los rasgos perceptuales del estímulo en cuestión contra el material activado o preactivado desde la memoria a largo plazo. Es decir, la categorización emocional rápida de un estímulo podría resultar de la comparación dinámica de las características físicas del estímulo y la experiencia previa del sujeto.

El presente trabajo aborda el fenómeno de la categorización emocional, su interacción con el procesamiento cognitivo y los correlatos electrofisiológicos neurales asociados.

## ANTECEDENTES

### Emoción: definición y características relevantes

Es pertinente hacer ciertas distinciones taxonómicas para delimitar el área de estudio que nos interesa, por lo que a continuación se describen algunas definiciones sobre la emoción.

La emoción como concepto, ha recibido varias definiciones a lo largo del desarrollo de la historia. Frecuentemente opacada por la razón, la emoción había sido relegada al campo de la subjetividad. Sin embargo, Charles Darwin desde 1872, ya había planteado su utilidad evolutiva al ser, al menos, el reconocimiento y la expresión de las emociones, vital para la supervivencia del individuo y de la especie (Damasio, 1994).

De acuerdo con Damasio *“una emoción se refiere a colecciones específicas de respuestas fisiológicas desencadenadas por ciertos sistemas cerebrales cuando el organismo evoca ciertos objetos y/o situaciones...”* Las evidencias sustentan que si bien las reacciones emocionales están impregnadas o sombreadas por la experiencia individual y el ambiente, *“la mayoría de ellas están preactivadas o son disparadas genéticamente y son el resultado de una larga historia de evolución bien sintonizada”* (Damasio, 2000).

De acuerdo a las aproximaciones teóricas encontradas en la literatura, entre los componentes de las emociones podemos encontrar:

- Elementos cognitivos: la forma de percibir el ambiente e interpretar las vivencias emocionales.
- Elementos conductuales: la forma de dar respuesta a los requerimientos y demandas emocionales del medio ambiente y del propio sujeto.
- Elementos fisiológicos: la forma en la que el organismo responde autónoma y controladamente ante la estimulación emocional.

En una revisión sobre el tema de las emociones, Ramos Loyo (2002) sugiere partir de los siguientes componentes de la emoción para lograr una definición completa: a) el componente funcional, b) el perceptual, c) el subjetivo-cognitivo, d) el conductual y e) el fisiológico.

**a) El componente funcional**, se refiere al papel que juegan las emociones en la adaptación de los organismos. Dada su estrecha relación con la motivación las emociones pueden ejercer una influencia decisiva sobre la conducta a través de dos mecanismos principales; estimulando el "tono" cerebral general o actuando sobre mecanismos más específicos que subyacen a respuestas más elaboradas (Ramos Loyo, 2002). Además de esta función de activación, las emociones participan en la conducta estableciendo la dirección de las acciones del organismo.

**b) El componente perceptual** hace referencia al valor del reconocimiento e interpretación de la expresión emocional. Son especialmente relevantes los gestos faciales y corporales que acompañan a una emoción, pues permiten al individuo que las percibe actuar consecuentemente de acuerdo con el estado que infiere en el otro (Ramos Loyo, 2006; Izard, 1992).

**c) El componente subjetivo-cognitivo** es el que tiene que ver con los cambios y sensaciones que el sujeto identifica asociadas a una emoción, así como la interpretación que les da a estas sensaciones. Verbalizar o reconocer lo que se siente implica un proceso de tipo cognitivo que no siempre corresponde a la experiencia de un estado afectivo.

**d) El componente conductual** consiste en la expresión de una emoción sentida. Este es un elemento que permite ciertas inferencias en el trabajo de investigación, para estudiar este componente se recurre también a la observación sistemática de la conducta y al

registro de movimientos involuntarios, como el parpadeo o el sobresalto, asociados a un estado emocional.

**e) El componente fisiológico** es el que tiene que ver con los cambios en el organismo que pueden producir o acompañar a las reacciones emocionales.

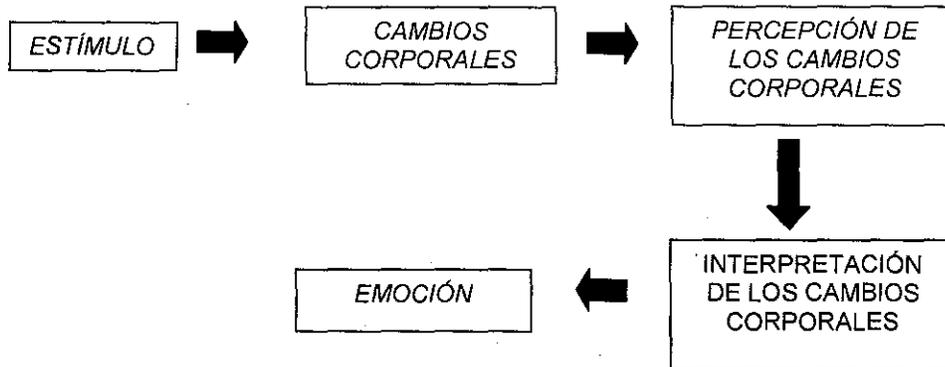
Una definición que parece integrar los componentes anteriormente descritos es la propuesta por Levenson (1992):

“Las emociones son fenómenos psicofisiológicos de corta duración que representan modos eficientes de adaptación ante demandas ambientales siempre cambiantes. Psicológicamente las emociones modifican la atención, promueven ciertas conductas en la escala de jerarquía activan redes neuronales asociativas relevantes en la memoria. Fisiológicamente, las emociones organizan rápidamente las respuestas de diversos sistemas biológicos incluyendo la expresión facial, el tono somático muscular, el tono de voz, la actividad del sistema nervioso autónomo, así como la actividad endocrina para generar un medio corporal que sea óptimo para una respuesta efectiva. Las emociones sirven para establecer nuestra posición frente al ambiente, aproximándonos a ciertas personas, objetos, acciones e ideas y alejándonos de otros. Las emociones también sirven como un depositario de influencias innatas y aprendidas, poseyendo ciertas cualidades invariables y otras que muestran una variación considerable entre individuos, grupos y culturas.”

Schachter y Singer (1962) formulan una teoría de la emoción basada en dos factores: activación y evaluación. Esta teoría defiende que los cambios fisiológicos, por sí solos, no son suficientes para iniciar la

experiencia de una emoción. Los cambios fisiológicos han de ser explicados e interpretados y cuando ello ocurre el sujeto experimenta una emoción particular o cualquier otro estado no emocional (Schachter, 1964).

La secuencia causal en la formulación de Schachter es la siguiente:



Schachter indica que lo que ocurre entre los cambios corporales y la experiencia subjetiva de la emoción es un proceso de evaluación de dichos cambios corporales. Tras ese proceso de cognición, el sujeto pone rótulo a la emoción. En cualquier caso, para que ocurra una emoción, son necesarios los dos factores, ya que cada uno de ellos de forma aislada no puede producir la emoción.

En un estudio publicado por Kemp, Silberstein, Armstong y Nathan (2002) los autores distinguen dos aspectos implicados en el procesamiento de la emoción; la percepción y experiencia emocional, procesos que se postulan como independientes aunque pueden funcionar de forma paralela. El primero de ellos implica un procesamiento cognitivo de bajo nivel, donde se percibe y evalúa el estímulo emocional; mientras que el segundo implica un procesamiento cognitivo de alto nivel, en el que se contextualiza lo percibido y se interpreta según las experiencias previas.

Con respecto a la función de las emociones existe un acuerdo en definirlo como un *estado* particular del sujeto, que le permite percibir y responder al medio ambiente, es decir, está caracterizado por su

función adaptativa y de supervivencia del individuo en su ambiente. Basados en esta aproximación en términos de *estado*, un individuo podría encontrarse ante dos tipos de estados, *afectivos* y *no afectivos*, donde dentro de los afectivos cabría distinguir entre positivos y negativos (Dolan, 2002).

Descriptivamente, Levenson (2003) estableció las "funciones" de la emoción describiendo que esta coordina el sistema de respuesta conductual; modifica la jerarquía de conductas; proporciona mecanismos de comunicación y vinculación social; detiene o retiene brevemente los procesos cognitivos; lo que facilita el almacenamiento y recuperación de información.

En general, las emociones se han clasificado de diversos modos para facilitar su estudio, dentro de las cuales se distingue aquella que establece 3 sistemas que pueden ser medidos en su relación con la emoción; Braddley y Lang (2002) los describen así:

- Fisiológico: eventos viscerales que impactan a músculo liso, patrones musculares del rostro, glándulas, respiración, sistema inmunológico, endocrino.
- Cerebral: eventos que afectan el sistema nervioso, impactando la percepción, conductancia bioeléctrica, neuroquímica, lenguaje expresivo
- Conductual: acciones, actitudes, modulación, auto-reportes, comunicación social.

Asimismo, se ha descrito que un estímulo emocional puede ser evaluado en 3 dimensiones:

- Valencia (placentero o displacentero)
- Activación (alto -bajo)
- Dominancia (obligatoriedad-sometimiento)

La expresión emocional en sí misma ha sido recientemente estudiada ya que como se ha descrito tiene una alta relevancia biológica y social.

Se han caracterizado 6 expresiones básicas que pueden ser fácilmente reconocidas en la expresión facial (Ekman y Friesen, 1976; Adolphs, Damasio, A., Damasio, H. y Tranel, 1996) más algunas otras categorías secundarias (Calder, Burton, Miller, Young y Akamatsu, 2001).

Estas emociones básicas son: alegría, miedo, enojo, tristeza, desagrado y sorpresa, las cuales contribuyen a la interacción social. La señales que transmiten las expresiones faciales permiten obtener información sobre como será recordada una persona de la que recién se tiene una primera impresión y estas características influenciarán consecuentemente la manera en como esas señales serán percibidas e interpretadas (Vuilleumier y Pourtois, 2007).

### **Expresión Emocional**

Los rostros que están insertos en nuestro entorno son estímulos altamente relevantes, no solo nos proporcionan información respecto a la identidad de una persona sino que también aportan datos relacionados con la emoción; tales como la intención de la mirada, el gesto y los rasgos peculiares capaces de inducirnos o sintonizarnos con una emoción, sin embargo, no se conoce del todo como estos datos son integrados en la percepción facial.

Se sabe que existe una relación estrecha entre la percepción facial y sus interacciones con procesos como atención y emoción. *“Una mejor comprensión sobre como la emoción modula la percepción y la cognición podría ayudar a tener perspectivas modulares de la arquitectura neural y del procesamiento de la información...”* (Vuilleumier y Pourtois, 2007).

Muy temprano en los antecedentes científicos, Darwin (1872), escribió el libro “Expresión de las emociones en el hombre y los animales” en él se hace por primera vez una descripción variada de diferentes

expresiones emocionales (Damasio, 1994); a partir de allí resulta interesante para los investigadores conocer ¿cómo se desarrolla la expresión facial ontogenéticamente?, ¿qué relevancia tiene para la adaptación social? realmente ¿es la expresión facial un parámetro preciso para medir la emoción?. También ha sido de interés la manera en que se forman las categorías emocionales entre las diferentes culturas.

Para delimitar las posibles categorías de la expresión facial, Friesen y Ekman (1978) diseñaron una técnica para medir los movimientos faciales que producimos constantemente. Primeramente para aprender como los músculos faciales cambian la expresión de la cara se auto videograbaron. Iniciaron con un solo músculo y descubrieron cientos de combinaciones posibles resultado de la conjunción de tan solo 6 músculos faciales. Este trabajo sentó las bases para el establecimiento del FACS (facial action coding system) el cual constituye uno de los instrumentos de medición de la expresión facial más precisos. El reproducir una expresión facial en un ambiente de laboratorio induce diferentes cambios autonómicos, por ejemplo el enojo parece elevar el ritmo cardiaco y la irrigación sanguínea mientras que el asco lo disminuye (Ekman, Levenson y Friesen, 1983).

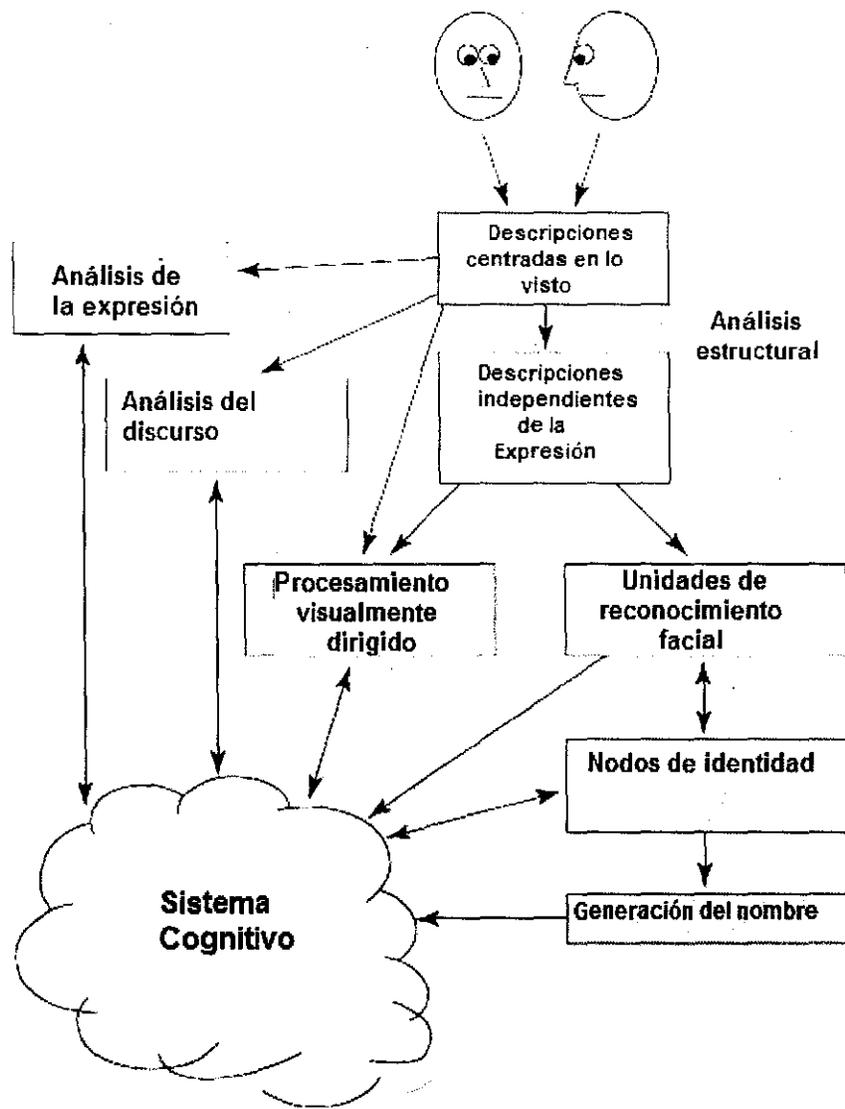
Mediante los trabajos de investigación que iniciaron Ekman y Friesen, a partir de los años 70's, nos es posible conocer que la expresión facial comparte características universales ante ciertas representaciones y que es un marcador emocional relevante, no obstante, también hay evidencias experimentales que indican que este marcador no siempre es congruente con el estado de ánimo del sujeto, ni con el contexto social en el que se presenta.

Para poder hacer una categorización de una expresión facial eficiente, parece ser que integramos rápidamente información contextual, así como de la experiencia emocional propia, la fisiología y los patrones conductuales aprendidos, por lo que el fenómeno resulta complejo.

La perspectiva general en las neurociencias cognitivas considera que diferentes procesos especializados toman lugar simultáneamente al percibir una cara. De acuerdo al modelo de Bruce y Young (1986) -ver figura 1- la identidad de una persona y la expresión facial son procesadas en dos vías diferentes después de una vía común de codificación visual, de manera tal que la identidad puede ser procesada sin atender a la expresión emocional y viceversa.

El modelo de Bruce y Young (1986) destaca 7 tipos de información que pueden derivarse de observar una cara: *Imagen (global), estructura (rasgos), semántica, identidad, nombre, expresión y lenguaje facial*. Ver figura 1.

En el modelo los distintos tipos de información se denominan códigos. Algunos estudios han demostrado una disociación funcional entre los mecanismos visuales específicos responsables de la decodificación estructural y aquellos mecanismos de alto nivel responsables de asociar la representación visual con la información semántica como expresión facial e identidad (Bentin y Deouell, 2000; Lane y Dolan, 1998).



**Figura 1.** Esquema basado en el modelo de Bruce y Young 1986, que plantea el fenómeno del reconocimiento facial (Ellis y Lewis, 2001)

Los modelos neuropsicológicos que sugieren dos vías de procesamiento distintas; una para la expresión y otra para la identidad de una cara, no se ajustan del todo a las evidencias ya que resultados de estudios con PRE's y fMRI sugieren que el procesamiento emocional puede afectar, de forma robusta, a los sistemas cerebrales responsables del reconocimiento facial y la memoria.

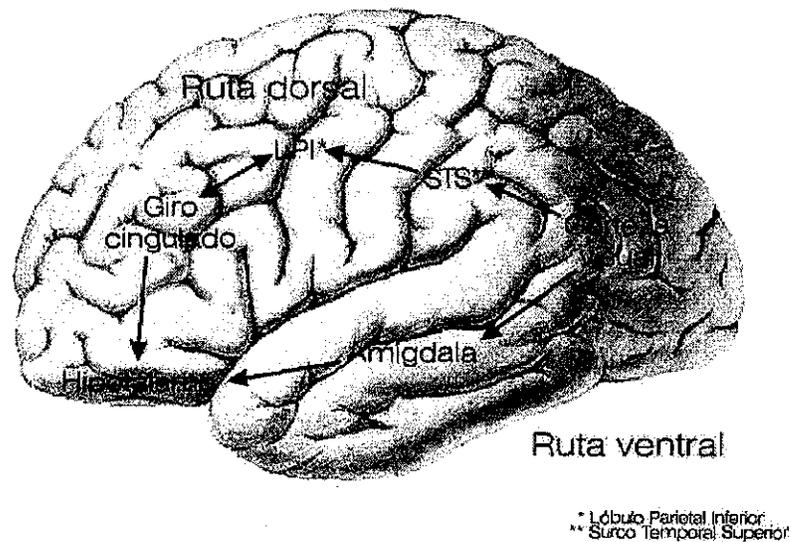
Recientemente, los estudios electrofisiológicos y hemodinámicos han contribuido a esclarecer cuales son los sustratos neurales en esta compleja red de sistemas participantes durante la percepción de caras y su expresión emocional.

Se han propuesto 3 procesos en los que se sustenta, presumiblemente, la relación entre la configuración global y los rasgos específicos de lo que se percibe:

- 1.-Relaciones de primer orden: la cara se percibe haciendo un rápido mapeo central de la posición de los ojos y la nariz.
- 2.-Procesamiento holístico: el análisis de rasgos es sostenido en una "gestalt".
- 3.-Relaciones de segundo orden: se perciben las distancias entre los rasgos.

Respecto a las estructuras cerebrales que participan en el reconocimiento facial, Bauer (1986), fue el primero en sugerir que existen 2 vías presumiblemente independientes (citado por Breen, Caine y Coltheart; 2000). La vía ventral, encargada del reconocimiento de la identidad, involucra estructuras a lo largo del fascículo longitudinal entre la corteza visual y el sistema límbico. La vía dorsal, encargada del reconocimiento del significado de la cara, comprende la participación de la corteza visual, el surco temporal superior, el lóbulo parietal inferior, el giro cingulado y la amígdala (ver figura 2).

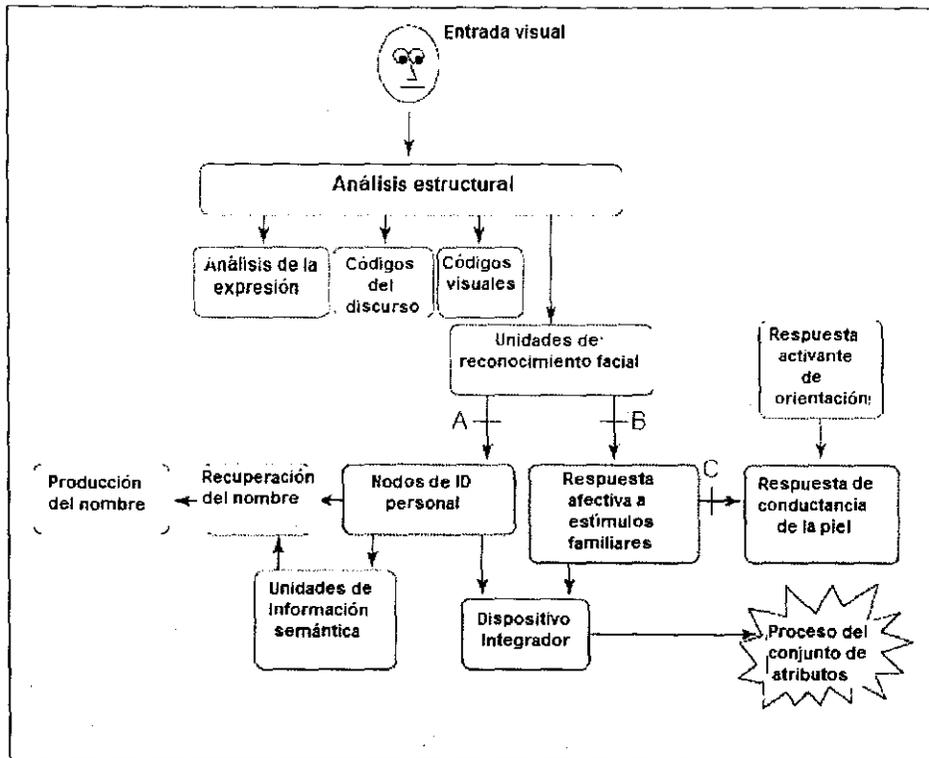
Sin embargo, el modelo no parecía considerar el tema del reconocimiento encubierto, es decir, aquellos casos de lesión cerebral en los que el reconocimiento explícito está presente pero el reconocimiento del significado de la cara está alterado como en el caso del delirio de Capgras, en donde los pacientes experimentan que las caras que reconocen como familiares han sido usurpadas por impostores.



**Figura 2.** En la imagen se ilustra la vía ventral y la vía dorsal ambas relevantes para el reconocimiento facial en sujetos normales

Breen y cols. (2000) hicieron una modificación al modelo de la doble vía, señalando que la vía dorsal delimitada por Bauer no tiene la importancia asignada para el reconocimiento específico de las caras y plantean una nueva propuesta (ver figura 3) en la cual parecen resolver el problema del reconocimiento encubierto.

De acuerdo con Breen y colaboradores, el reconocimiento facial está a cargo de estructuras de la vía ventral y el carácter afectivo de las mismas estaría a cargo exclusivamente de estructuras del sistema límbico específicamente de la amígdala.



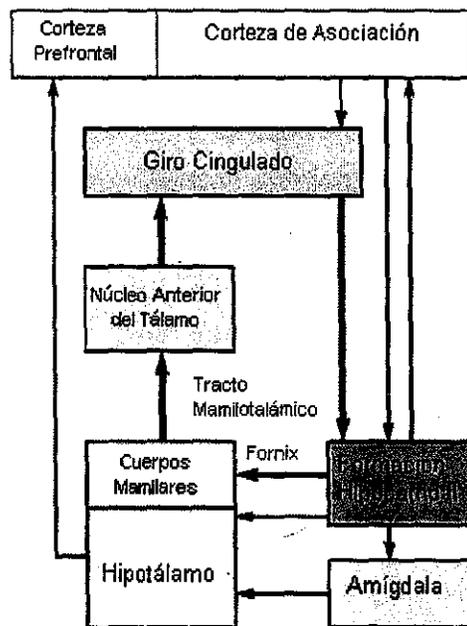
**Figura 3.** Esquema que ilustra el modelo de Breen y cols., que introduce el dispositivo integrador entre las respuestas para la identidad facial y las respuestas afectivas ante el reconocimiento facial (Ellis y Lewis, 2001).

En cualquiera de los modelos teóricos descritos parecen ser los rasgos particulares del estímulo facial los que delimitan su evaluación y la asignación correspondiente de la etiqueta verbal que facilita su categorización.

### **Bases neurales de la expresión emocional**

*La emoción consciente está regulada por la corteza cingulada y por los lóbulos frontales. Las respuestas afectivas involucran estructuras subcorticales tales como amígdala, hipotálamo y tallo cerebral. En los humanos la comunicación social está mediada principalmente por el sistema esqueleto motor en particular por músculos que controlan la expresión facial y corporal. "La representación cortical de los estímulos emocionalmente significativos recae en el sistema límbico..." (Kandel, 2000).*

James Papez propuso en 1937 un sistema para explicar el procesamiento de las emociones implicando al "lóbulo límbico", una región identificada por Paul Broca, que involucra al giro cingulado, el giro parahipocampal y la formación hipocampal que incluye el hipocampo, el giro dentado y el subiculum. Posteriormente otras estructuras fueron incorporadas al modelo por Paul McLean; estas son el septum, núcleo acumbens, tálamo, fornix, cuerpos mamilares y la amígdala (ver figura 4), estableciéndose como de gran importancia la existencia de conexiones de retroalimentación entre las estructuras, en particular aquellas desde la corteza orbitofrontal (Kandel, 2000).



**Figura 4.** El esquema muestra la relación entre las estructuras que conforman el sistema límbico. Imagen tomada de Iversen, Kupfermann y Kandel (2000)

Las áreas que parecen tener mayor implicación en el procesamiento de las emociones son las subcorticales (amígdala y ganglios basales) y algunas áreas corticales, principalmente la corteza prefrontal (CPF), la corteza temporal y cingulada (A. Damasio, Grabowski, Bechara, H. Damasio, Ponto y cols., 2000; Dolan, Fletcher, Morris, Kapur, Deakin y cols., 1996; Lane, Reiman, Ahern, Schwartz y Davidson, 1997; Lane, Reiman, Axelrod, Yun, Holmes y cols. 1998).

Respecto a la localización del procesamiento de los estímulos positivos frente a los negativos, no se ha llegado todavía a un consenso; así algunos autores defienden que la activación hemisférica se produce por igual ante los estímulos positivos y negativos (Baker, Frith y Dolan, 1997; Garavan, Pendergrass, Ross, Stein y Risinger, 2001; Lane, Reiman, Bradley, Lang, Ahern y cols. 1997).

En este sentido, Davidson (1984) propuso un modelo de distribución hemisférica del procesamiento de estímulos afectivos según el cual el lóbulo temporal derecho procesaría los estímulos negativos, mientras el izquierdo procesaría los positivos (Aftanas, Varlamov, Pavlov, Makhnev y Reva, 2001; Canli, Desmond, Zhao, Glover y Gabrieli, 1998; Sutton, Ward, Larson, Holden, Perlman y cols. 1997; Wrase, Klein, Gruesser, Hermann, Flor y cols. 2003). A este respecto se han encontrado datos contradictorios que indican una mayor activación ante imágenes negativas en el lóbulo temporal izquierdo (Canli, Desmond, Zhao y Gabrieli, 2002).

Completando lo anterior, Heller (1993) postuló la existencia de un área cerebral más amplia (parieto-temporal) como la responsable de analizar el componente de la activación de los estímulos; así las zonas frontales anteriores estarían implicadas en el procesamiento de la valencia y la experiencia emocional mientras que las zonas posteriores lo serían del componente de activación y de los aspectos perceptuales de las emociones (Davidson, 1992; 1998; Davidson e Irwin, 1999; Heller, 1993; Carretié, Mercado y Tapia, 2001).

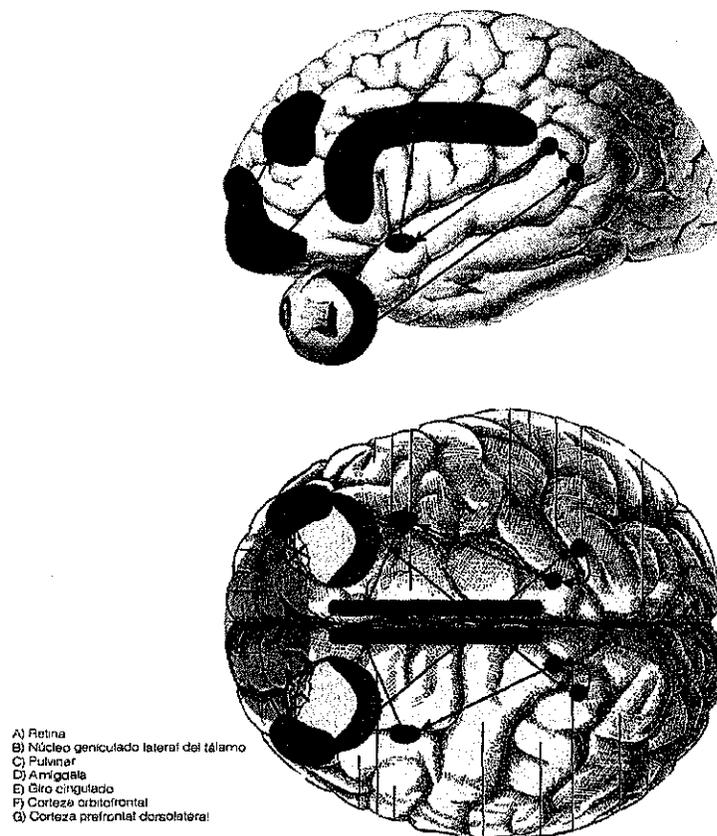
### **Bases neurales de la expresión emocional facial**

Como se había comentado con anterioridad, se sabe que algunos de los rasgos de la cara que se perciben universalmente como expresión emocional son producto de ciertos patrones de movimiento muscular (Ekman, 1994). Investigaciones en vivo en primates no humanos han revelado que los correlatos neurales de la percepción emocional en una cara parecen estar relacionados con la activación de neuronas

específicas del surco superior temporal, mientras que la identidad de una cara parece tener relación con las neuronas de giro temporal inferior.

Las áreas de la corteza órbito-frontal así como proyecciones de la corteza visual hacia la amígdala parecen estar también relacionadas con las respuestas emocionales y sociales ante las caras.

Como se ha descrito parecen ser dos las vías principales para el reconocimiento facial en sujetos normales. La vía ventral y la vía dorsal (Ellis y Lewis, 2001) ver figura 2. Evidencia clínica proveniente de pacientes con prosopagnosia ha provisto el sustrato teórico para la teoría de que existen vías separadas para la percepción de caras, presumiblemente una vía subcortical para la detección de la cara y otra vía cortical para su identificación. Varios datos funcionales, electrofisiológicos y neuropsicológicos de reportes de casos patológicos aportan información que implican al colículo superior, el pulvinar y la amígdala como las estructuras principales de la vía relacionada con el reconocimiento facial (ver figura 5). La rápida ruta subcortical parece ser clave para el procesamiento de la información visual de baja resolución y parece modular el procesamiento facial cortical (Johnson, 2005). Una función importante de la vía subcortical podría ser la de dirigir recursos atencivos hacia estímulos relevantes, mediante la activación del pulvinar y el colículo superior.



**Figura 5.** En la imagen se ilustran las estructuras implicadas en el reconocimiento facial en sujetos normales

A la fecha no hay evidencias contundentes de que la información emocional se integre más rápidamente por la vía subcortical que por la cortical, pues parece que ambas vías operan a velocidades similares. Según lo descrito por Shipp (2004), inicialmente es la atención visual la que permite seleccionar los estímulos relevantes de los que no lo son, posteriormente un conjunto de factores de procesamiento *bottom-up* (de abajo hacia arriba) tales como la *saliencia* (relevancia) del estímulo y factores de procesamiento *top-down* (de arriba hacia abajo) como las expectativas y metas, evalúan y conforman un mapa de relevancia que controla “el qué” y “el cómo” se atiende según lo demuestran los

estudios de Compton (2003); Corbetta y Shulman (2002); Feinstein, Goldin, Stein, Brown y Paulus (2002), citados por Palermo y Rhodes (2007).

Se sugiere que el sistema frontoparietal dorsal está implicado tanto en el sistema *bottom up* como en el *top-down*, mientras que el sistema frontoparietal ventral predominantemente en el hemisferio derecho, funge como un interruptor que dirige la atención hacia estímulos relevantes especialmente aquellos novedosos, inesperados y relevantes en una modalidad *bottom-up*. Corbetta y Shulman (2002). La amígdala podría etiquetar los estímulos con relevancia emocional incrementando la capacidad de atención del interruptor del sistema ventral (Taylor y Fragopanagos, 2005).

Davidson e Irwin (1999) y Calder y Young (1996) señalan que la corteza prefrontal ventromedial se relaciona con la evaluación de la valencia emocional, incluyendo las caras, según lo descrito, también esta estructura podría ser el recurso mediante el cual el sistema *top-down* dirige la atención selectivamente hacia los estímulos emocionales (Yamasaki, LaBar y Mc Carthy, 2002).

Las respuestas de la corteza prefrontal están relacionadas con la activación de la amígdala mientras se realiza la evaluación cognitiva de una expresión facial, se observa que a mayor actividad de la CPF menor actividad de la amígdala (Hariri, Bookheimer y Mazziotta, 2000).

Los flujos de información tanto emocional como cognitiva parecen ser integrados por el giro cingulado anterior (Yamasaki y cols., 2002) y por regiones de la CPF (Gray, Braver y Raichle, 2002).

### **Emoción , cognición, posturas y modelos explicativos**

Para percibir, evaluar y responder a un estímulo emocional de manera intencionada se requiere designar recursos atentos y de memoria

(Pessoa, 2002; Carretié y cols. 2004., Eimer y Holmes, 2006), por lo que se esperaría que el desempeño cognitivo no debería afectarse al realizar una tarea en la que la calidad emocional de los estímulos sea irrelevante para su ejecución.

Para esclarecer la relación e interacción de los mecanismos subyacentes al procesamiento de la información afectiva, se han diseñado experimentos que contemplan la relevancia de la estimulación afectiva y la dificultad cognitiva de la tarea a ejecutar.

Cuando el estímulo emocional es lo suficientemente relevante, el procesamiento emocional parece ser automático e independiente de los recursos atentos (Whalen, Rauch, Etcoff, McInerney, Lee y cols. 1998). Cabe realizar aquí una distinción entre procesamiento automático y automatizado. En el primero de los casos nos encontraríamos ante un procesamiento que consume bajos niveles atentos y cuya conectividad viene establecida genéticamente, mientras que el procesamiento automatizado, requiere mayores niveles de recursos atentos y su sustrato ha sido establecido por el aprendizaje y la práctica.

Entre los criterios para determinar cuando un proceso es automático están:

- 1) La *rapidez* con la que se presenta (Batty y Taylor, 2003; Ohman, 1997)
- 2) El sujeto *no es consciente* de lo que está procesando (Bargh, 1997; Ohman, 2002; Robinson, 1998)
- 3) *Obligatoriedad*, el proceso es ajeno a las *intenciones* del sujeto (Wojciulik, Kanwisher y Driver, 1998)
- 4) *Capacidad ilimitada*, requieren mínimos recursos atentos (Chneider y Chein, 2003; Vuilleumier, Armony, Driver y Dolan, 2001; citados por Palermo y Rhodes, 2007).

Entre algunos de los procesos automáticos podemos destacar el procesamiento de caras y de emociones; mientras que entre los procesamientos automatizados encontraríamos aquellos aprendizajes que resultan de la repetición sistemática.

El desvío de recursos atentos hacia estímulos emocionales mientras se realiza una tarea de demanda cognitiva está ampliamente fundamentado en la literatura en procedimientos de aprendizaje experimental, en tareas de atención disociada, tareas enmascaradas o presentaciones subliminales (Bornstein, 1989; Bornstein y D'Agostino, 1992, 1994; Bornstein, Kale y Cornell, 1990; De Houwer, Hermans y Elen, 1998; Greenwald, Klinger y Liu, 1989; Hammerl, Bloch y Silverthorne, 1997; Kunst-Wilson y Zajonc, 1980; Seamon, Williams, Crowley, Kim, Langer y cols. 1995; Zajonc, 1980). En estos estudios se postula que el reconocimiento de una emoción no requiere de atención dirigida, por lo que se deduce que el reconocimiento de una emoción se procesa independientemente del fenómeno atencional. Es importante subrayar que la relevancia del estímulo emocional y el tipo de tarea a ejecutar parecen ser factores determinantes en la distribución de los recursos atentos (Taylor y Fragopanagos, 2005).

Otro factor a considerar en la evaluación de estímulos afectivos es la valencia.

El afecto positivo (alegría) comparado con el negativo (enojo o miedo) o neutro tiene un mayor impacto o influencia sobre una variedad de procesos cognitivos (Ashby, Isen y Turken, 1999). Según se ha demostrado el afecto positivo incrementa la flexibilidad cognitiva, la fluidez verbal y mejora la resolución de problemas, sin embargo, este incremento en la flexibilidad del pensamiento tiene un costo en términos de distractibilidad. Al parecer las tareas típicamente atencionales se ven moduladas (facilitadas o interferidas) según la valencia de la estimulación emocional empleada (positiva o negativa).

Estudios de neuroimagen han abordado la interacción entre el afecto y los procesos cognitivos superiores. Usando un paradigma cognitivo tipo *odd ball* (infrecuencia del estímulo blanco) con distractores emocionales (Dravets y Raichle, 1998; La Bar y Mc Carthy, 2002 y Dalglish, 2004) se ha encontrado alta activación del giro frontal ante los estímulos blanco y un decremento proporcional ante los distractores (fotografías positivas y negativas). En tareas similares (Drevets y Raichle, 1998, referido por Driesbach, 2007) se reporta activación en amígdala, corteza orbital posteromedial y corteza anterior cingulada ante estímulos emocionales, así como un decremento en las mismas áreas cuando se presentaban tareas demandantes de atención.

Derivado del supuesto de que las emociones positivas incrementan la flexibilidad cognitiva y decrementan el sostenimiento en memoria de trabajo (por lo demandante de este proceso) los experimentos de Driesbach (2006), revelan que a nivel conductual se presentaba un decremento en los aciertos en el seguimiento de pistas y en la efectividad de preparación para el estímulo blanco cuando la tarea involucraba afecto positivo comparado a aquellos ensayos en las que el afecto era negativo o neutro.

De acuerdo a las posturas teóricas referidas, la evaluación intencionada de un estímulo emocional; requeriría atención dirigida, así como una adecuada definición perceptual del estímulo y el correspondiente referente en memoria respecto a las características que definen su valencia y relevancia. Si se cuenta con estos requisitos básicos entonces podría obtenerse información sobre el cómo logran establecerse las categorías emocionales que facilitan nuestra adaptación y vinculación social.

### **Categorización emocional**

El medio ambiente nos provee de estimulación constante tan múltiple y diversa que es imposible para el cerebro humano procesarla

exhaustivamente, por lo que “la categorización es una estrategia administrativa del sistema cognitivo para agrupar y simplificar los patrones comunes de información” (Harnard, 1987).

Son dos las principales líneas de investigación en los estudios sobre categorización; estas son las concernientes a categorías sobre percepción sensorial (PS) y las categorías relativas al conocimiento genérico (CG), Medin y Barsalou citados por Harnard (1987); distinguen dos diferentes tipos de categorizaciones las de tipo *todo o nada* y las de tipo *graduales*.

Keil y Kelly ( citado por Harnad en 1987) sugieren que el desarrollo de la categorización es inicialmente holístico, basado en prototipos. Al parecer los niños perciben el mundo de manera global y conforme se desarrollan van aprendiendo a jerarquizar los rasgos relevantes de los que no lo son, formando categorías basadas en análisis distintivo de rasgos. La aparición del lenguaje parece ser un facilitador de la categorización en cuanto a que permite asignar etiquetas verbales.

Presumiblemente existe *un sistema de categorización funcional compuesto por tres procesos principales ordenados jerárquicamente 1) discriminación, 2) identificación; 3) descripción* (Harnard, 1987). Este modelo parece ajustarse al desarrollo cognitivo en el niño y se mantiene hasta la vida adulta enriqueciéndose de la experiencia ambiental y de los propios recursos cognitivos individuales. La percepción categorial implicaría los primeros dos procesos.

Las respuestas afectivas son tan relevantes que los organismos han desarrollado mecanismos básicos reflejos para categorizar y acercarse o huir de ciertos estímulos y para proveer cierto soporte metabólico para estas acciones (Davis, 2001; LeDoux, 1995). Este proceso rudimentario está presente en la conducta humana. De hecho, las categorizaciones humanas tienen un precedente de aprendizaje y cognición (Bernston, 1993). Como varios autores han señalado, los

individuos que tienen la capacidad de aprender del ambiente tienen una ventaja adaptativa para predecir planear y mantener eventos en su ambiente y para ejercer cierto control sobre los mismos y sus respectivos procesos cognitivos.

Una de las interrogantes que surge respecto a la forma en la que las personas categorizan en la vida cotidiana es qué tan rápido y qué tan fácil es identificado un elemento como miembro de una categoría, qué tan típico puede ser un elemento y como los sujetos reportan que realizan una categorización.

Las personas parecen seguir dos estrategias para categorizar:

- 1) *La de análisis de rasgos*, en la cual la categorización se hace en dependencia del análisis de las características del estímulo físico;
- 2) *La de prototipos*, en la cual se siguen reglas aprendidas respecto a cuándo un elemento pertenece a una categoría y cuándo no. No se cuenta con una definición precisa sobre lo que es un prototipo, pero parece referirse a los rasgos que conforman a un miembro como típico o ideal para una categoría más que a los rasgos comunes que comparten todos los integrantes de la categoría (Harnard, 1987).

Existen diversas aproximaciones teóricas para abordar y comprender el tema de la categorización. Una de ellas es la resultante de la ejecución humana, de ahí que tanto el *qué*, como el *cómo* categorizan las personas se someta a estudio experimental. Del resultado de estas investigaciones se proponen diversos modelos para cuantificar la categorización en términos de precisión, errores y tiempos de ejecución. El enfoque cognitivo del desarrollo analiza la manera en la que los niños adquieren las categorizaciones, se remonta a los orígenes evolutivos resaltando el valor adaptativo de las categorías *per se*. Otro enfoque es el de la inteligencia artificial en el cual se

distinguen 2 aproximaciones principales: los llamados procesos *top-down* y *bottom-up*.

En cambio las aproximaciones *top-down*, inician con la denominación simbólica de nombres y descripciones para algunas categorías determinadas. Los programas computacionales son alimentados para manipular los símbolos. Los modelos cognitivos plantean que tales interacciones simbólicas simulan la manera en la que nuestro cerebro categoriza (Harnard, 1987).

El enfoque *bottom-up* trata de reproducir el modelo mediante el cual está estructurado nuestro sistema nervioso: sistemas sensoriales, motores y actividad neural en general. Este enfoque da por sentado, que las funciones simbólicas cognitivas están relacionadas con los órganos sensoriales periféricos y establecen así una relación entre transductores y efectores (Harnard, 1987).

Otro enfoque es el *psicofísico*, el cual se interesa por estudiar la relación entre la estimulación física - sensorial y la intensidad de la sensación psicológica que este causa (Harnard, 1987). Así, la categorización es estudiada examinando los límites de la discriminación y de la identificación. Este enfoque sería del tipo *bottom-up* ya que estudia las variables de lo físico a lo psicológico y se podría relacionar con el trabajo que usualmente se realiza en el área de la Psicofisiología.

El aprendizaje y la representación de categorías es uno de los temas de interés de la investigación en categorización y es abordada a través de los diferentes enfoques expuestos. Se sabe que los organismos no nacen desprovistos de categorías ya que algunas de las categorías son innatas. Sin embargo, el estudio desde la perspectiva del desarrollo y el funcionamiento neural abarca tanto a las categorizaciones innatas como a las aprendidas.

La categorización refleja un proceso en el que los cambios físicos de un estímulo tienen efectos perceptuales no lineales, por ejemplo en la gama de colores los diferentes tonos de un mismo color son apenas sutilmente percibidos de manera variable por los individuos, donde resulta más fácil percibir las diferencias *entre* distintos colores (entre-categoría) que ante diferentes tonos del mismo color (intra-categoría). Este fenómeno se conoce en la literatura como efecto de *percepción categorial* (Campanella, Quinet, Bruyer, Crommelinck y Guerit, 2002). De acuerdo a este fenómeno, un cambio físico es percibido claramente cuando este ocurre en el límite entre 2 categorías ejemplo: alto-bajo, fruta-vegetal, mientras que puede ser fácilmente ignorado cuando el cambio ocurre en la misma categoría (rosa- rosa pastel) dependiendo de la relevancia del cambio. En este sentido, las caras se han propuesto como un excelente estímulo para estudiar el fenómeno de percepción categorial, tanto por la vasta información que proveen como por las posibles diferencias entre ellas.

La percepción categorial puede ser el resultado del aprendizaje, Etcoff y Magee en 1992, fueron los primeros en cuestionar cuáles eran los mecanismos perceptuales responsables para el reconocimiento de la expresión facial, si estos están sintonizados con las categorías emocionales o si la percepción es asignada por sistemas lingüísticos y conceptuales superiores.

El fenómeno de la *percepción categorial (PC)* se observó por primera vez en la percepción del color y en la percepción de los sonidos del lenguaje, sin embargo, se sabe que se extiende a otros dominios de la percepción. El efecto de la PC, es descrito como "la diferencia cualitativa de cómo son percibidas cosas similares, dependiendo de si estas pueden o no ser clasificadas en la misma categoría" (Harnard, 1987).

El paradigma sobre el cual se estudia la PC es psicofísico, en él se analizan la discriminación y la identificación comparando una serie de

estímulos que generalmente varían a lo largo de un continuo físico y en las que las regiones de ese continuo, son o pueden ser etiquetadas (Harnard, 1987).

El efecto PC ocurre cuando en una serie de estímulos que varían a lo largo de un continuo se etiquetan distintivamente ambos extremos de la categoría y los sujetos pueden discriminar más fácilmente los pequeños cambios físicos entre los pares de estímulos que encabezan el continuo, más que los cambios suscitados en el continuo dentro de cada categoría (Harnard, 1987).

Una distinción entre los canales evaluativos (afectivos) y perceptuales es necesaria para comprender como se asigna la calidad o valor a un estímulo emocional. Una postura común es la que sostiene que la evaluación es subjetiva y está dada por la sensación circulante y la experiencia del sujeto. Los estudios sobre categorización emocional sugieren que la identificación de la emoción es ordenada jerárquicamente y subordinada en relación a dos polos: uno positivo y otro negativo (Lang, Bradley y Cuthbert, 1990).

Las respuestas emocionales parecen ser más estables si se cuenta con la clasificación de una dimensión bipolar que varía de *muy bueno a nada bueno*.

Varios teóricos han propuesto que el módulo en el sistema afectivo que analiza actitudes, preferencias y acciones deriva sus aferencias al menos de dos canales evaluativos especializados que procesan la información en paralelo. Si bien este modelo bipolar se ajusta a ciertos modelos, sería un error considerar que es el único.

### **Estudios de categorización**

Varias investigaciones sobre expresiones emocionales en los rostros como la de Calder, Young, Perret, Etcoff y Rowland (1996); describen que la percepción de una expresión facial es categorial y no continua, como ocurre con el género, la raza y la identidad de rostros familiares.

Un estudio que ejemplifica este fenómeno en experimentos con caras es el realizado por Kikutani, Roberson y Hanley (2008), quienes estudiaron la categorización de caras familiares vs. no familiares. Construyeron mediante *morphs* (en este caso un continuo con variaciones físicas proporcionales entre 2 actores famosos). Los sujetos fueron capaces de discriminar categóricamente y con mayor precisión cuál de las imágenes contenían más rasgos de tal o cual actor en los *morphs* más cercanos a los extremos de cada categoría, con relación a los *morphs* intermedios. Asimismo, encontraron que esta categorización no era eficiente ante el continuo construido con caras no familiares, por lo que concluyeron que la posibilidad de asignar una etiqueta verbal a cada categoría facilita la discriminación.

De acuerdo a la teoría cabría esperar que la discriminación *entre categorías* se facilitara más que la discriminación *dentro de categorías*, dado que el proceso *entre categorías* activa etiquetas verbales independientes mientras que el proceso *dentro-categorías* activa una misma etiqueta común, aun para elementos físicamente distintos. El acceso a la etiqueta verbal sería entonces un factor que podría facilitar o interferir la precisión en la categoría (Kikutani y cols., 2008).

Los estudios de categorización de juicios emocionales han evaluado si la percepción de una expresión facial está basada en categorías independientes o en sus dimensiones dentro de un continuo. Al tratar de conocer cómo es que se da el procesamiento de categorizar expresiones faciales surgen dos posibilidades, la primera de ellas sugiere que el mecanismo perceptual se sintoniza específicamente con cada combinación de rasgos faciales que representa una particular emoción, la categorización de las expresiones faciales se facilitaría por la relación emoción-expresión, en dependencia del repertorio que cada sujeto tenga introyectado de dicha expresión facial. La segunda posibilidad plantea que podría ocurrir que al percibir las variaciones de las configuraciones faciales, se reflejaran poco a poco los signos

relevantes de distintas emociones, la pertenencia a una categoría estaría asignada por sistemas conceptuales superiores, en función de la percepción cualitativa de los rasgos es decir de manera categorial. (Etcooff y Magee, 1992).

El fenómeno categorial requiere de 2 condiciones para presentarse:

- 1.-una tarea de identificación que muestre respuestas no lineales ante un estímulo linealmente manipulado (cambios intra-categoriales presentados en un continuo).
- 2- Una tarea de discriminación que delimita el marco categorial el cual debe evidenciar las diferencias entre categorías.

Para ejemplificar este proceso citamos el experimento de Dailey, Cottrell, Padgett y Adolphs (2002). Los autores dibujaron caricaturas de las fotos de Ekman y Friesen y 10 morphs creados de manera continua entre ciertos pares de estas caricaturas. Como pares de fácil discriminación identificaron: alegría-tristeza, alegría-sorpresa, enojo-tristeza, enojo-temor, para separar emoción de no emoción seleccionaron enojo- neutro y alegría -neutro. Los sujetos tenían que identificar la emoción percibida en cada estímulo. Encontraron que todas las emociones fueron categorizadas contundentemente partir del 50% de los rasgos como categorías independientes y no como un continuo. Al parecer las características físicas ambiguas de los estímulos (morphs) quedaban resueltas de manera asociativa por el sujeto de acuerdo a un orden presumiblemente *superior*.

Los morphs se han usado para explorar el fenómeno categorial (Bimler y Kirkland, 2001; Granato y Bruyer, 2002). La técnica del morph consiste en crear imágenes intermedias (degradadas) a partir de dos imágenes originales (ver figura 6), según el porcentaje de degradación las intermedias estarán más próximas a una u otra de las imágenes originales (Takehara y Suzuki, 1997).

El procedimiento de manipular una cara mediante la técnica "morph" modificando su estructura natural podría interferir los detalles perceptuales que se abstraen de una cara para su identificación, influyendo la manera en la que la cara es percibida.

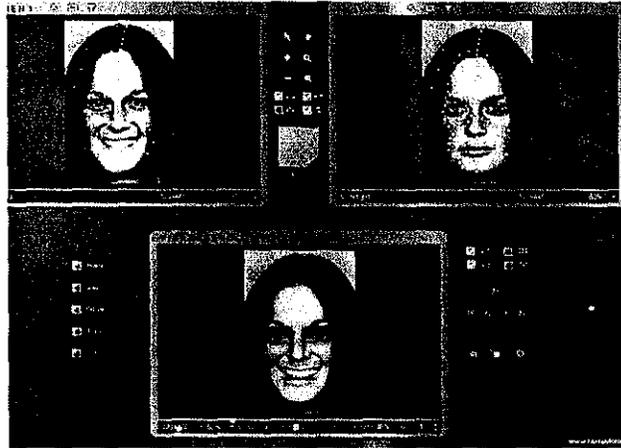


Figura 6. Procedimiento para construir un morph mediante software

La percepción categorial parece no solo sentar las bases sobre las cuales se construyen categorizaciones más complejas sino que representa en sí misma un modelo de categorización general, ya que nos permite comprender las interacciones sobre discriminación, identificación y asignación de etiquetas.

Otros teóricos que no están de acuerdo en que la relación emoción expresión facial es tan determinista como sugiere la evidencia de la percepción categorial, plantean que la categorización emocional es más general y que fluye como un continuo. Para tratar de explicar el fenómeno primeramente agrupan las emociones de acuerdo a su valencia y su activación, ya sea como agradables o desagradables o bien como de aproximación o evitación (Schlosberg, 1952), donde para juicios más finos en este continuo sustentan que se requiere información contextual (Dailey y cols., 2002).

## **La memoria de trabajo en la percepción y la categorización emocional**

La categorización en general implica la actualización constante de los referentes mnésicos individuales que se van modificando por la experiencia y el aprendizaje. Tanto la memoria a largo plazo como la inmediata facilitan la formación de categorías. Cuando el estímulo es cambiante y dinámico la memoria de trabajo tendría una participación clave para el manejo simultáneo de la información.

El modelo de Memoria de Trabajo de Baddeley y Hitch (1996) se ajustó eficientemente durante casi 20 años para explicar algunas de las interacciones cognitivas que marcaron la pauta en la comprensión de cómo se accede, manipula y utiliza la información simultáneamente para llevar a cabo algunos procesos cognitivos complejos. El modelo planteaba la existencia de un Sistema Ejecutivo Central con 2 módulos subordinados el almacén fonológico y el almacén visuoespacial. De acuerdo al modelo, el almacén fonológico sostiene información verbal y acústica utilizando un almacén temporal y un sistema de actualización, que están asociados principalmente con las áreas 40 y 44 de Broadmann, respectivamente (Baddeley, 2000).

*El almacén visuoespacial se asume que sostiene información que puede ser fraccionada en distintos componentes visual, espacial y posiblemente quinestésico, representado preferentemente en el hemisferio cerebral derecho en las áreas 6,19, 40 y 47 de Brodmann. El sistema ejecutivo central también se entiende que puede fraccionarse pero este mecanismo es menos conocido, aunque las áreas prefrontales parecen estar implicadas (Baddeley, 2000).*

En el modelo original había algunos aspectos que no estaban contemplados por lo que en el 2000, Baddeley añadió un cuarto elemento al modelo: el *buffer episódico*. Este componente se define como *un sistema de capacidad limitada, que provee un almacenaje de información temporal codificada multimodalmente, capaz de integrar la información sustraída de los módulos subordinados y de la memoria de*

*largo plazo (MLP), en una unidad de representación episódica, al cual es posible acceder conscientemente* (Baddeley, 2000). -Ver figura 7-.

Las innovaciones al modelo podrían resumirse en la atención dirigida al proceso de integración de la información más que al procesamiento aislado de los subsistemas, lo que permite un abordaje más amplio de las funciones ejecutivas de la memoria de trabajo. El nuevo modelo resalta la importancia del vínculo entre la memoria de trabajo y la memoria a largo plazo, rechazando que la MT sea sólo la representación de la porción activada de MLP. También rechaza la idea de que los sistemas subordinados representen activaciones temporales limitadas al proceso entre la percepción y/o la producción (ya sea en la modalidad verbal o visual).

Baddeley plantea la necesidad de investigar los límites del *buffer episódico* con pacientes neuropsicológicos y diversos paradigmas entre ellos los de tarea doble, para conocer las fronteras entre el análisis independiente de la información y sus puntos de integración; a partir de lo cual se forman procesos más demandantes de atención tan complejos como el de la percepción normal o el de la categorización. Cabe mencionar que las tareas dobles representan el paradigma convencionalmente sugerido para poder explorar la manera en la cual el sistema distribuye los recursos de atención en función de la relevancia, dominancia y automatización del estímulo en cuestión, en este caso un rostro con expresión emocional de alta o baja definición perceptual.

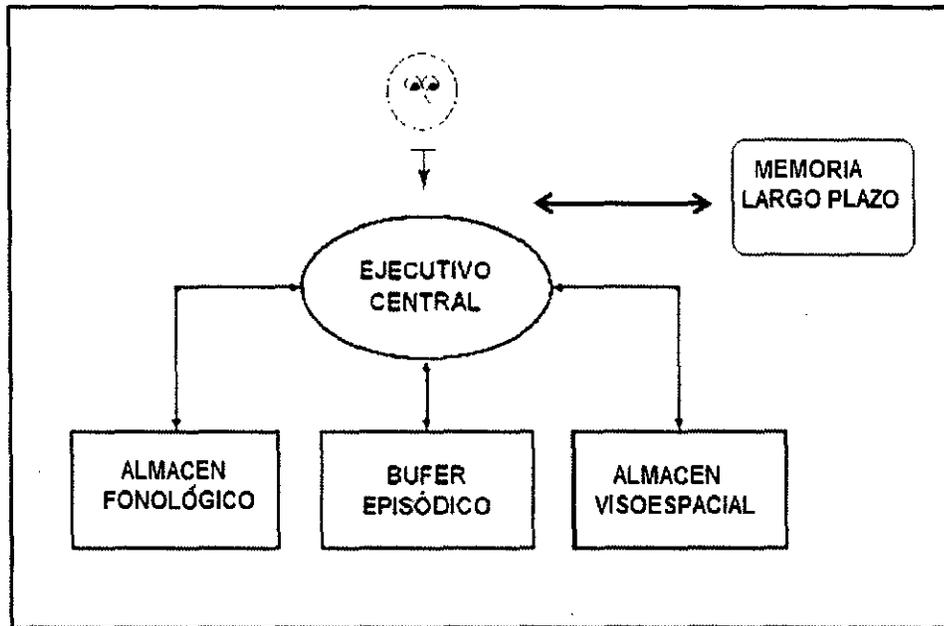


Figura 7. Ilustra el modelo de Memoria de Trabajo de Baddeley incorporando el Buffer episódico

Con este antecedente teórico al plantear el problema de la categorización de las expresiones faciales podríamos inferir que la MT desempeña un importante papel, ya que establece el vínculo entre la información sensorial y el procesamiento cognitivo que facilita la asignación de la etiqueta verbal de determinada categoría. La MT como dispositivo integrador constituiría el intercepto desde el cual se procesan en línea los rasgos cambiantes del estímulo facial y se comparan con el prototipo más cercano a la emoción percibida reflejando un procesamiento de predominio *top-down*.

### **Medidas electrofisiológicas relacionadas con la percepción y categorización de la expresión emocional**

Parece haber interacciones corticales y subcorticales en el procesamiento facial pero para determinar cuál sistema tiene un efecto causal sobre el otro es útil considerar la dimensión del tiempo. A través de información proveniente de los potenciales relacionados con eventos (PRE's) y de estudios con magnetoencefalograma (MEG) se sabe que los componentes asociados con el procesamiento de la cara

pueden ocurrir tan pronto como antes de los 100 ms, mientras que los relacionados con la codificación estructural del procesamiento cortical facial son más tardíos (ej. N170 y M170). Una posibilidad es que estos componentes tempranos indiquen una vía rápida cortical magnocelular que facilite un procesamiento de arriba hacia abajo (*top-down*) de áreas prefrontales para después ser más detalladamente procesada por la vía visual ventral. Sin embargo, en algunos casos la respuesta selectiva para las caras puede ocurrir aún antes de la activación de las áreas visuales primarias (VI) lo que sustenta la hipótesis de que la vía rápida de procesamiento de la cara se origina a nivel subcortical (*bottom-up*).

La atención selectiva hacia las expresiones faciales parece estar controlada por ambos procesos tanto el *bottom-up* como el *top-down* (Corbetta y Shulman, 2002; Desimone y Duncan, 1995).

La información emocional acerca de las expresiones faciales proporcionada por corteza visual y por el núcleo pulvinar del tálamo, es evaluada por la amígdala. Esa evaluación inicial rápida y gruesa permite la categorización afectiva durante los primeros 100 ms. Posteriormente la amígdala es capaz de modular el proceso cortical visual directa e indirectamente a través de sus múltiples proyecciones hacia corteza occipital ventromedial y orbitofrontal (LeDoux, 2000) según lo reportado en varios estudios con resonancia magnética funcional (Haxby, Ungerleider, Horwitz, Maisog, Rapoport y cols. 1996; Vuilleumier y Pourtois, 2007; Vuilleumier, Armony y Dolan, 2001). Sugase, Yamane, Ueno y Kawano en 1990, describieron que la actividad neural suscitada selectivamente ante las caras podría acarrear diferentes tipos de información a diferentes latencias post-estímulos, mostrando un incremento de las respuestas ante las caras con expresiones emocionales (positivas o negativas) comparada con las caras neutras. Este "incremento emocional" se presentaba 50 ms posteriores, una vez que se diferenciaba que lo visto era una cara y no cualquier otro objeto. Esta actividad rápida parecía sugerir que podrían

estarse activando en paralelo otras poblaciones neurales posiblemente distantes, tal vez en el sistema límbico, para la discriminación de la expresión emocional. La modulación demorada para la expresión facial emocional podría estar avalada por las conexiones directas entre la corteza visual y la amígdala, una región límbica de rápido procesamiento afectivo (LeDoux, 1996). Estas modulaciones también podrían reflejar un fuerte proceso de atención necesario para atender a las caras expresivas vs las no expresivas mediado indirectamente por un procesamiento de arriba hacia abajo (*top-down*) de áreas fronto parietales involucradas en atención (Pessoa y cols., 2002; Carretié y cols., 2004).

Por otra parte, se ha descrito que cuando la estimulación es visual cabría esperar la aparición de al menos dos componentes uno muy temprano antes de los 100 ms, que refleja la llegada a corteza visual de un estímulo y el N200, el cual se ha asociado con la identificación y el reconocimiento visual.

Dentro de la familia de componentes N200, se ha descrito la onda N270 que se ha relacionado con el procesamiento de las diferencias de un estímulo visual; Kimura, Katayama y Murohashi (2005) estudiaron los correlatos neurales asociados al procesamiento atento por la vía visual, encontrando que el componente N270 estaba asociado a un procesamiento específico que atendía a los cambios realizados en el estímulo visual presentado, por lo que concluyeron que el N270 refleja el procesamiento de los cambios visuales en el cerebro humano.

En un estudio sobre atención visual y recuperación de memoria, los autores demuestran que el N270 puede ser un indicador de atención y memoria, que puede reflejar un conflicto de identificación visual (Zhang, Li y Wang, 2003).

Ahora bien, cuando las tareas son de tipo emocional dos son los componentes principales que se presentan: la P300, componente positivo que aparece alrededor de los 300 ms posteriores a la

presentación del estímulo afectivo, el cual parece estar relacionado con un procesamiento atento y con el juicio sobre la novedad o significación del estímulo (Olofsson, Nordin, Sequeira y Polich, 2008) y la PSW 400; positividad tardía que se origina a partir de los 400 ms tras la presentación del estímulo afectivo, al parecer relacionada con el procesamiento cognitivo controlado y con procesos de evaluación y almacenamiento en memoria (Donchin, 1987; Elbert, Birbaumer, Canavan, Lutzenberger y Rockstroh, 1990). El incremento en la amplitud de los componentes positivos tardíos ante estímulos afectivos se ha asociado a la ejecución de tareas que demandan explícitamente atender a los aspectos emocionales de la estimulación (Cuthbert, Schupp, Bradley, Birbaumer y Lang, 2000).

Los estímulos emocionales positivos/agradables y los negativos/desagradables no provocan las mismas respuestas electrofisiológicas. Se ha descrito que la valencia negativa de un estímulo facilita la aparición del componente positivo tardío (LPC) (Maratos y cols., 2000; Windmann y Kutas, 2002) lo cual no parece ocurrir con los estímulos de valencia positiva.

Estableciendo una relación entre los componentes electrofisiológicos y las áreas que podrían participar en el procesamiento de los estímulos emocionales, las estructuras frontales tienen una participación importante. En particular la corteza prefrontal posee abundantes conexiones recíprocas entre el lóbulo frontal y el sistema límbico (Amaral y Price, 1984; Cunningham, Bhattachar y Benes, 2002; citados por Palermo y Rhodes, 2007). En el lóbulo frontal convergen los estímulos entrantes relevantes permitiendo la evaluación e interpretación de una situación actual beneficiándose de la experiencia emocional asociada a ello (Batty y Taylor, 2006). Por su importancia, son varios los trabajos que han explorado esta relación, por lo que a continuación presentamos un cuadro que resume estos estudios sobre el reconocimiento o categorización emocional y que refieren efectos sobre áreas frontales.

Autores	Tarea	Hallazgos	Latencia
Streit y cols. (2003)	Identificar expresiones emocionales (enojo, alegría, sorpresa, enojo) y categorizar caras vs objetos (MEG)	Mayor actividad ante caras emocionales vs neutras y ante caras vs objetos.	100 ms
Holmes y cols. (2003)	Atender o ignorar pares de caras (PRE's)	Mayor positividad ante caras atendidas (miedo vs neutras)	100 ms
Eimer and Holmes (2002)	Presentación foveal de caras y casas (PRE's)	Mayor positividad ante caras de miedo vs caras neutras	120 ms
Esslen y cols. (2004)	Generar la emoción presentada en expresiones faciales (PRE's)	Neutra vs alegre, triste y asco. Neutra vs miedo. Neutra vs enojo.	138 ms 256 ms 349 ms
Eimer y cols. (2003)	Atender o ignorar pares de caras (PRE's)	Mayor positividad hacia las atendidas Mayor positividad ante las emocionales vs neutras	160 ms
Streit, Wolfwer, Brinkmeyer, Ihl, y Gaebel (2000)	Identificar expresiones emocionales (enojo, asco, alegría, tristeza sorpresa) y categorizar caras y objetos.	Reconocimiento de caras y reconocimiento de emociones	180 ms

**Figura 8.** Recuadro tomado de Palermo y Rhodes (2007) que relaciona algunos hallazgos experimentales de los PRE's en localizaciones prefrontales relacionados con expresiones emocionales

### PRE's asociados al reconocimiento facial

Se sabe que el componente N170 es selectivo para la aparición de rostros y parece reflejar la identificación estructural de la cara. Los posibles generadores del N170 son el giro fusiforme y la corteza occipito-temporal.

De acuerdo al modelo de Bruce y Young (1986) el componente electrofisiológico N170 no tendría que ser afectado por la distinción de rasgos sociales como el género, la raza, ni tampoco por los rasgos emocionales.

Aparentemente, el componente N170 parece no ser sensible a la familiaridad de los rostros, lo que significaría que está asociado a un procesamiento básico precategorial más que a procesos posteriores de identidad o reconocimiento (Bentin y Deouell, 2000; Bentin y cols., 1996; citados por Pizagalli, 2002; Eimer, 2000).

Respecto a la categorización de rasgos sociales, en un estudio realizado por Ito y Urland, en 2005, se encontró que el componente asociado a la clasificación de género tenía un máximo a los 180 ms, en lo que denominaron P200, la N170 no fue modulada en la tarea de clasificación de género pero sí en una que implicaba categorización de raza, lo que sugiere que la N170 puede ser influenciada por rasgos sociales si estos son relevantes para la tarea, así como que los rasgos sociales son tempranamente decodificados.

En un estudio realizado por González-Garrido, Ramos-Loyo, López-Franco y Gómez-Velázquez (2008) con el objeto de evaluar la influencia de las expresiones faciales en una tarea de discriminación visual, se obtuvo información relevante sobre el carácter aparentemente automático del componente N170. Contrario a lo esperado, el componente N170, no resultó ser modulado exclusivamente por el contexto facial, si no por la aparición de rasgos configurales como la presentación de orejas en el extremo de una cruz, cuya posición remedaba la esperada para una cara real. En este sentido, dicho componente parece ser sensible no solamente a los ojos como se había reportado con anterioridad (Bentin, Allison, Puce, Perez y McCarthy, 1996; Eimer, 1998, citados por González-Garrido y cols.)

sino a las características generales de las relaciones espaciales faciales.

### **PRE's asociados al reconocimiento de la expresión emocional**

Existen evidencias electrofisiológicas de que los rasgos emocionales – sociales de una cara pueden ser rápidamente procesados y categorizados en dependencia de su relevancia. Específicamente se ha encontrado un procesamiento de la expresión emocional entre los 80-160 ms y del género entre los 145-185 ms, después de la presentación del estímulo, lo que nos indica que la identificación de los rasgos sociales implícitos en una cara, se lleva a cabo rápidamente en el cerebro (Mouchetant-Rostaing y Giard, 2003; Kubota e Ito, 2007).

La respuesta ante categorización de expresiones faciales, puede observarse a los 110-120 ms, con registro intracraneal, describiéndose una activación temprana aún antes de la aparición del componente N170. Este potencial temprano se ha relacionado con un rápido y grueso procesamiento visual de los rasgos emocionales de la cara.

Para investigar la hipótesis de que los componentes tempranos podrían reflejar el procesamiento visual guiado por el reconocimiento temprano de rasgos emocionales; Sato, Kochiyama, Yoshikawa y Matsumura (2001) diseñaron un experimento de reconocimiento indirecto de expresiones faciales en la que el sujeto tenía que clasificar el género de las imágenes presentadas y no atender de manera especial a la emoción implícita en ellas, así las diferencias encontradas entre las emociones no podrían atribuirse a un efecto de la atención dirigida hacia ellas. El análisis electrofisiológico describió una morfología de los PRE's compuesta por una secuencia positiva negativa integrada por picos máximos en T5 y T6 a los 230 ms (P230), 270 ms (N270), 330 ms (P330), 400 ms (N400) y 500 ms (P500) Los resultados demostraron que las expresiones emocionales como miedo y alegría originaron una negatividad más amplia en el componente N270,

comparados con la amplitud generada por las expresiones neutras. Este componente tenía un predominio sobre áreas temporales posteriores (Sato y cols., 2001). Asimismo, se refiere que este componente parece estar sintonizado con actividad positiva en áreas frontales concluyendo que esta actividad incrementada ante las imágenes emocionales podría ser el reflejo de las múltiples conexiones reentrantes amigdalares.

Los trabajos electrofisiológicos de Cacioppo y cols. (1996) revelaron que los PRE's relacionados con la categorización de estímulos emocionales reflejan una positividad tardía (PSW) mayormente lateralizada al lado derecho. Esta activación asimétrica es consistente con la importancia del hemisferio derecho en el procesamiento de la emoción (Tucker y Frederick, 1989).

En un estudio que comparó 4 emociones distintas (enojo, asco, alegría y tristeza) con 2 diferentes niveles de intensidad (medio e intenso) la actividad en el giro fusiforme fue general ante todos los tipos de expresión intensa, pero distintivamente mayor ante el enojo (Surguladze, Brammer, Young, Andrew, Travis y cols., 2003).

En general, los datos experimentales sugieren que la especificidad del procesamiento de la expresión facial no está circunscrita a una latencia particular o a un área neural específica, como lo reflejan los datos de los componentes como N200, P200 y SW (ondas lentas), sino más bien parece ser el resultado de la integración de procesos más discretos de análisis tanto físico, como cognitivo y afectivo. El caso de la P300 parece ser más específico en cuanto a que parece reflejar la diferenciación de caras alegres entre otros estímulos visuales incluyendo caras neutras (Carretié e Iglesias, 1995; Olofsson, Nordin, Sequeira y Polich, 2008).

En cuanto a la relación entre la demanda de la tarea y los componentes electrofisiológicos de la expresión emocional, parece haber resultados

contradictorios. En algunos experimentos, cuando se les solicita a los sujetos que atiendan a otros aspectos de la estimulación dichos componentes aparecen tan mitigados que no muestran diferencias significativas con las condiciones control (Naumann, Maier, Diedrich, Becker y Bartussek, 1996), mientras que en otros estudios, los componentes emocionales se presentan de forma significativa independientemente de que se le instruya explícitamente al sujeto que se oriente hacia un aspecto emocional específico de los estímulos (Naumann, Batussek, Diedrich y Laufer, 1992). Estas diferencias han sido explicadas por la variabilidad en el diseño experimental. Por lo que podemos concluir que al analizar los resultados deben considerarse factores como presentación, demanda y relevancia de los estímulos para evitar interpretaciones equívocas.

En conjunto las evidencias electrofisiológicas y de neuroimagen parecen demostrar que la percepción y la categorización de una expresión emocional constituyen un procesamiento tan complejo que no está relacionado con un solo potencial o con una sola zona del cerebro, sino que parece tratarse de la resultante funcional de una red interactiva con actividad bien distribuida en el tiempo y el espacio.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El reconocimiento y categorización emocional de una cara son altamente relevantes para nuestra adaptación social. La percepción y categorización de un estímulo emocional, en particular de una expresión facial, es un fenómeno complejo cuyo conocimiento aún es impreciso. Dada la aparente superposición de la evaluación cognitiva y emocional de la información que un estímulo facial conlleva, se han propuesto dos vías parcial o completamente independientes para su procesamiento; la vía subcortical y la vía cortical, no obstante, la interacción entre las dos vías aún no es plenamente comprendida.

La categorización eficiente de una expresión facial emocional parece estar relacionada con el pareamiento exitoso en memoria de trabajo entre el "arreglo" de los rasgos físicos de la cara a evaluar y un "patrón" facial con determinada etiqueta emocional, que se activa temporalmente desde la memoria a largo plazo. En este supuesto, los rasgos del estímulo parecen ser relevantes para una categorización eficiente, lo que implicaría que a mayor definición perceptual de la emoción facial del estímulo habría mayor eficiencia en su categorización. Para probar este supuesto nosotros manipulamos los rasgos definitorios de una expresión facial con el objeto de responder las siguientes preguntas de investigación:

- La efectividad en la categorización

¿Se relacionará con el nivel de dificultad de la tarea?

¿De existir esa relación, ésta será lineal con el nivel de dificultad perceptual del estímulo?

Los componentes electrofisiológicos típicamente asociados al reconocimiento facial y al reconocimiento emocional

¿Cambian con relación a la definición perceptual del estímulo?

¿Se modifican en función de la dificultad de la tarea cognitiva?

Con un simple afán metodológico y basado tanto en los reportes previos de la literatura como en los hallazgos de nuestro laboratorio usando estímulos faciales, postulamos un modelo tentativo de cómo se produciría el procesamiento perceptual de las caras ante la distorsión física de rasgos para contextualizar las interrogantes anteriores y la propuesta de investigación del presente trabajo. Ver Figura 9.

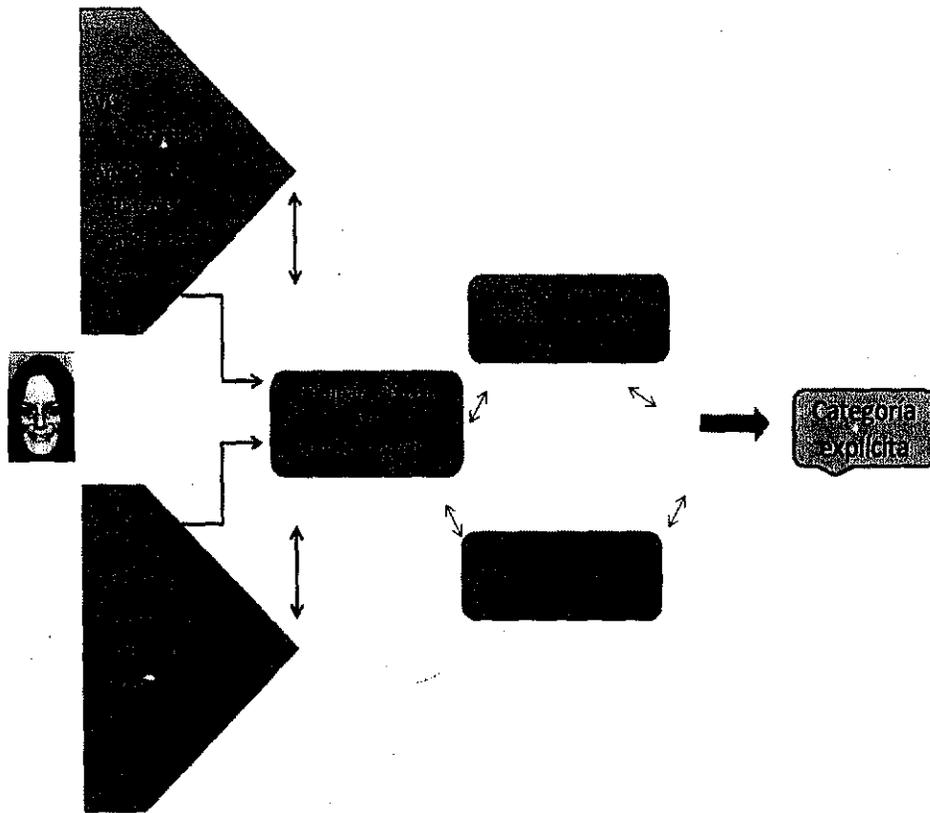


Figura 9. Diagrama que ilustra la categorización de una expresión facial

## **OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el efecto de la degradación perceptual sobre la categorización emocional de la expresión facial ante una tarea cognitiva con dos distintos niveles de carga de memoria (tarea simple vs. tarea doble).

### **Objetivos Específicos**

1. Estudiar las diferencias en tiempo de reacción y respuestas correctas ante estímulos polares sin degradación (alegría, neutro y enojo) y los estímulos polares degradados o "morphs", con el objeto de comprobar si la categorización emocional depende de manera lineal de la degradación o definición perceptual de los rasgos físicos y/o de la dificultad de la tarea.
2. Estudiar las diferencias en voltaje y amplitud de los componentes generados por los estímulos polares sin degradación (alegría, neutro y enojo) y las de los estímulos degradados o "morphs", con el objeto de comprobar si existen diferencias significativas relacionadas con la definición perceptual de los rasgos físicos faciales y/o con relación a la dificultad de la tarea.

### **Hipótesis General**

La categorización emocional será más rápida y precisa cuando exista una mayor definición perceptual y menor dificultad en la tarea. Estas diferencias exhibirán correlatos electrofisiológicos demostrables en los PREs.

### **Hipótesis Específicas**

1. La categorización emocional será menos precisa y más tardía en la medida en que la definición perceptual de la emoción facial sea menor.

2. El incremento en la dificultad de la tarea incrementará los efectos conductuales asociados a los cambios en la definición perceptual de los estímulos emocionales faciales.
3. No se encontrarán cambios significativos en la magnitud de voltaje de N170 entre las expresiones emocionales polares y los morphs, pero sí en su latencia.
4. Los componentes asociados al procesamiento de los rasgos emocionales de la expresión facial (N200, P200, P300 y PSW) tendrán menor amplitud y una latencia más tardía durante la presentación de los estímulos con degradación perceptual de los rasgos faciales emocionales o "morphs" en comparación a la obtenida durante la presentación de estímulos íntegros.

## **MÉTODO**

### **Sujetos:**

Se seleccionaron 32 sujetos universitarios (16 masculinos y 16 femeninos (Media= 26.4 de edad DE= 3.4), con edades comprendidas entre los 20 y 31 años, que cumplieron con todos los criterios de inclusión que se expresan más adelante. Los sujetos se asignaron aleatoriamente a dos grupos experimentales comparables.

El primero de los grupos estuvo integrado por 16 sujetos (8 de cada género Media= 28 años de edad DE= 1.6) que participaron en el registro conductual de las variables tipo de respuesta y tiempo de reacción.

El segundo grupo estuvo integrado por los 16 sujetos restantes (Media= 28.5 de edad DE=1.7), quienes participaron en el registro electrofisiológico de las variables amplitud y latencia de los componentes de los PRE's. También se registraron en este caso las respuestas conductuales de los participantes. En el grupo de registro electrofisiológico se eliminó 1 sujeto, ya que el exceso de parpadeo interfería con el análisis electrofisiológico, por lo que para el análisis estadístico, este grupo se redujo a 15 participantes.

### **Criterios de Inclusión:**

1. Participación voluntaria. Firma de consentimiento.
2. Ausencia de limitaciones sensoriales (no corregidas)  
o motoras.
3. Manualidad derecha (100% diestros según Test Annett).
4. Ausencia de enfermedad que afecte directamente o por causa de su tratamiento al Sistema Nervioso Central.

### **VARIABLES:**

Las variables estudiadas fueron:

- Variables dependientes: número de respuestas correctas, promedio del tiempo de reacción de las respuestas correctas,

- voltaje y latencia de los componentes de los PRE's ante la categorización emocional.
- Variable independiente 1: definición de rasgos perceptuales, porcentaje de degradación (morph) de los estímulos faciales emocionales (100, 80, 60, 40 y 20 por ciento).
- Variable independiente 2: dificultad de la tarea, tarea simple y tarea doble.

**Estímulos:**

Se seleccionaron diez modelos de la lista de las caras de Ekman (1976), cinco femeninos y cinco masculinos. Se obtuvieron diez colecciones de caras con 6 estímulos cada una (cinco colecciones de alegría y cinco colecciones de enojo) formados por los extremos naturales (alegría 100%, neutro 100%, enojo 100%) y cuatro degradaciones perceptuales ("morphs") para cada colección. La colección se construyó por subestados como se muestra en la imagen inferior (ver Figuras 10 y 11).



Figura 10. Ejemplo de una de las colecciones de alegría



Figura 11. Ejemplo de una de las colecciones de enojo

Al final se obtuvieron 110 estímulos, 30 caras originales y 80 morphs. Cada estímulo pertenecía a alguno de los 11 subestados definidos: alegría 100%, alegría 80%, alegría 60%, alegría 40%, alegría 20%, neutro, enojo 20%, enojo 40%, enojo 60%, enojo 80% y enojo 100%. Cada estímulo se presentó 6 veces de manera semi-aleatorizada en cada tarea.

### **Procedimiento**

Debido a la imposibilidad de realizar simultáneamente la evaluación de la ejecución conductual (respuestas correctas y tiempos de ejecución) con la evaluación electrofisiológica dada la gran cantidad de artefactos que supondría la emisión libre de respuesta en la tarea, se realizaron 2 experimentos con la misma lista de estímulos para ser aplicados a dos grupos comparables de participantes. En el experimento 1 se evaluaron las respuestas conductuales y en el experimento 2 se midió la actividad electrofisiológica. Ambos grupos recibieron la misma estimulación en similitud de condiciones experimentales las cuales se describen en el apartado correspondiente.

Se diseñaron 2 tareas experimentales y una tarea basal:

#### **Tarea Base**

Identificación del Género: el sujeto respondía si la imagen correspondía a femenino o masculino. (Ver figura 12)

#### **Tareas experimentales**

- a) Categorización Emocional: el sujeto respondía si se trataba de la imagen de una cara alegre, enojada o neutra. (ver figura 13)
  
- b) Tarea Doble: el sujeto respondía tanto al tipo de emoción como al género de la imagen. (ver figura 14)

**Experimento 1.** Las tareas se aplicaron en una sesión de 90 minutos de duración aproximada; después de darle la bienvenida a los sujetos se leían las instrucciones.

**Instrucciones:**

*Son tres tareas diferentes las que habrás de realizar, lo haremos por bloques tomando breves descansos (máximo 5 minutos), entre bloque y bloque.*

*En el monitor aparecerán brevemente unas caras a las que tendrás que prestar atención. Dependiendo de la tarea tendrás que responder tan pronto como veas la imagen mediante el teclado según corresponda ya sea al género, a la emoción o al género y la emoción vistos en la imagen.*

*Ahora haremos una prueba de 10 ensayos antes de comenzar, para asegurarnos que hayas comprendido las instrucciones.*

*Cuando estés listo presiona la tecla 'Enter' para iniciar con la tarea.*

**Experimento 2.** Aunque se usó el mismo procedimiento e idéntica lista de estimulación, la introducción de una respuesta diferida demoró la aplicación de las tareas respecto al Experimento 1. Después de darle la bienvenida a los sujetos se colocaban los electrodos y se leían las instrucciones.

**Instrucciones:**

*Son tres tareas diferentes las que habrás de realizar, lo haremos por bloques tomando breves descansos (máximo 5 minutos), entre bloque y bloque.*

*En el monitor aparecerán brevemente unas caras a las que tendrás que prestar atención el aviso de que puedes responder son un conjunto de "XXX" que también aparecerán en la pantalla. Dependiendo de la tarea tendrás que responder mediante el teclado según corresponda ya sea al género, a la emoción o a la emoción o al género y la emoción vistos en la imagen.*

Ahora haremos una prueba de 10 ensayos antes de comenzar, para asegurarnos que hayas comprendido las instrucciones.

Cuando estés listo presiona la tecla 'Enter' para iniciar con la tarea.

El modo de respuesta de cada una de las tareas se describe a continuación:

**Tarea Género:** Identificar si la cara corresponde al sexo femenino o masculino (ver gráfico 1).

- a) Si la respuesta es *Femenina*, entonces pulsa en el teclado la flecha con punta hacia arriba.
- b) Si la respuesta es *Masculina*, entonces pulsa en el teclado la flecha con punta hacia abajo.

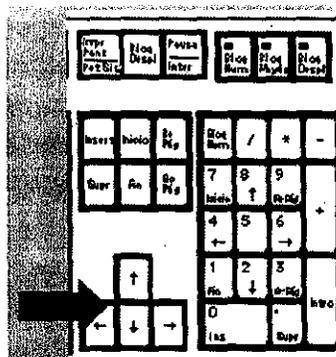


Gráfico 1. Ilustra las teclas en las que el sujeto debía pulsar en esta tarea

**Tarea Emoción:** Identificar la emoción según corresponda alegre, enojo o neutra(ver gráfico 2).

- a) Si la respuesta es *Alegre* entonces pulsa en el teclado la flecha con punta hacia la izquierda
- b) Si la respuesta es *Enojo* entonces pulsa en el teclado la flecha con punta hacia abajo
- c) Si la respuesta es *Neutra* entonces pulsa en el teclado la flecha con punta hacia la derecha.

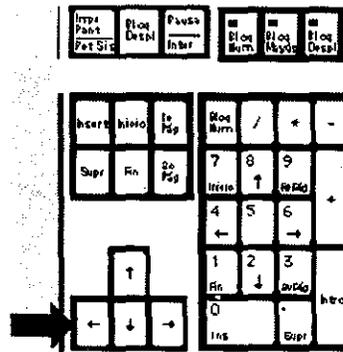


Gráfico 2. Ilustra las teclas en las que el sujeto debía pulsar en esta tarea

### Tarea doble:

Identificar la emoción y el género de la cara según corresponda alegre femenina, alegre masculina, enojada femenina, enojada masculina, neutra femenina y neutra masculina (ver gráfico 3).

- Si la respuesta es *Alegre femenina* entonces pulsa en la tecla 7
- Si la respuesta es *Alegre masculina* entonces pulsa la tecla 4
- Si la respuesta es *enojada femenina* entonces pulsa la tecla 8
- Si la respuesta es *enojada masculina* entonces pulsa la tecla 5
- Si la respuesta es *neutra femenina* entonces pulsa la tecla 9
- Si la respuesta es *neutra masculina* entonces pulsa la tecla 6

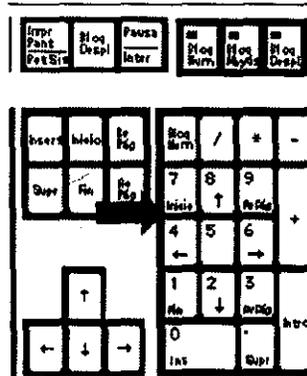


Gráfico 3. Ilustra las teclas en las que el sujeto debía pulsar en esta tarea

Cada tarea constaba de 660 ensayos y se administraba en 4 bloques de 165 ensayos cada uno, separados por un periodo de descanso máximo de 5 minutos. Cada ensayo tenía una duración de 2,500 ms y cada uno de los bloques de estimulación duraba 9 minutos aproximadamente. El orden de presentación de las tareas se balanceó entre los sujetos.

## Registro

Se realizó un doble registro conductual y electrofisiológico, con dos grupos de participantes. Como ya se señaló, en el experimento 1 los participantes eran instruidos para responder en todas las tareas tan pronto como les fuera posible, mientras que en el experimento 2 la respuesta era diferida.

En el experimento 1 se evaluó el tiempo de reacción y la elección del participante, la cual se contó como respuesta o no respuesta, según correspondía a cada subestado. Las categorías estaban definidas de la siguiente manera:

*Categoría alegre:* cara integra 100% alegre y morphs correspondientes al 80%, 60% y 40%.

*Categoría neutra:* cara neutra y morphs alegre 20% y enojo 20%.

*Categoría enojo:* cara integra de enojo 100% y morphs correspondientes al 80%, 60% y 40%.

En el experimento 2 la presentación de la estimulación visual se realizó de la forma siguiente: en el centro de la pantalla se presentó el estímulo blanco durante 300 ms (TP), tras lo cual desaparecía y permanecía la pantalla en negro durante 700 ms (IPE). El sujeto podía responder en cuanto aparecía el aviso de respuesta en la pantalla, constituido por una cadena de letras X (XXXX) que duraban 500 ms, con un post-intervalo de 1500 ms adicionales para responder tras el cual aparecía la nueva imagen (ver diseño de estimulación figuras 10, 11 y 12).

Diseño de estimulación en cada tarea.

## Tarea Género

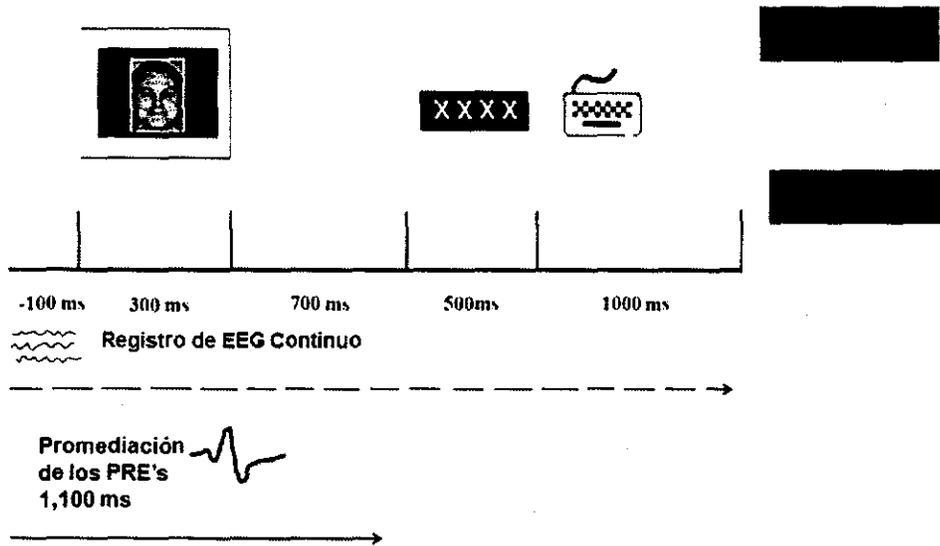


Figura 12. Ilustra en milisegundos la secuencia de estimulación y registro de la tarea de género

## Tarea Emoción

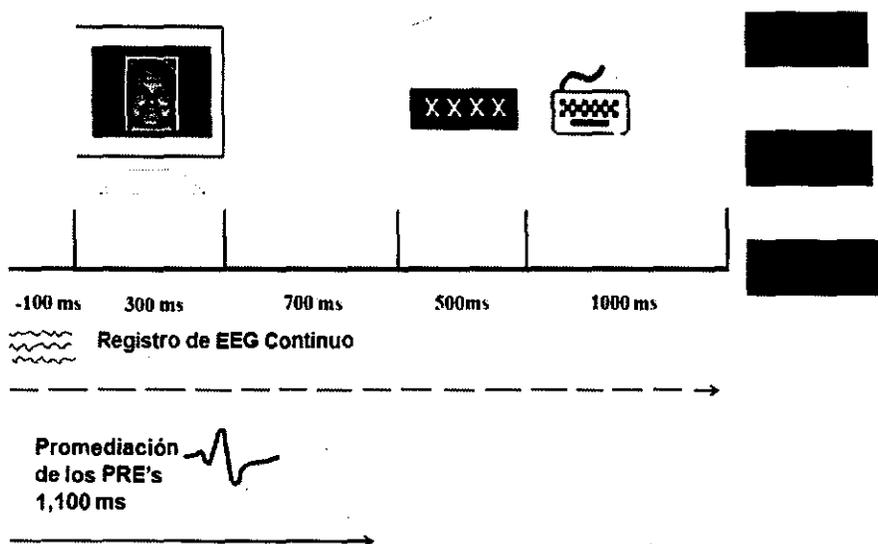
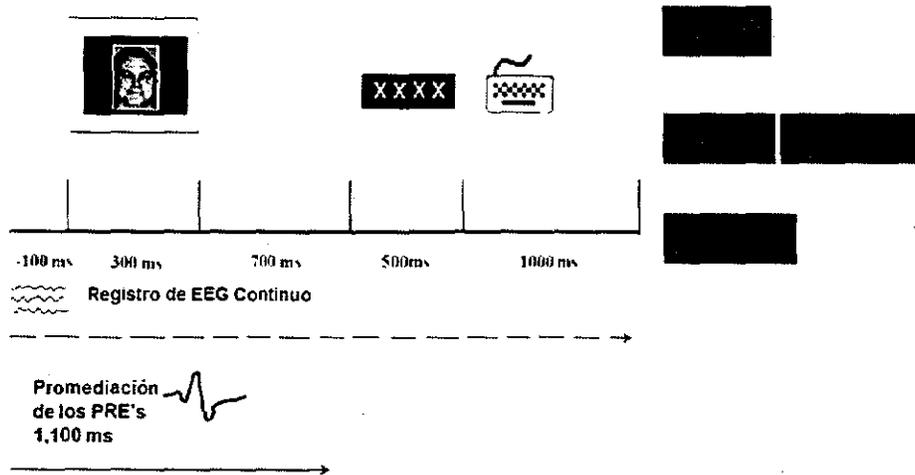


Figura 13. Ilustra en milisegundos la secuencia de estimulación y registro de la tarea de emoción

## Tarea Doble



**Figura 14.** Ilustra en milisegundos la secuencia de estimulación y registro de la tarea doble

El EEG se registró desde el cuero cabelludo de los participantes en forma continua, determinándose a *posteriori* su segmentación en ventanas de 1,100 milisegundos para proceder a obtener los PRE's. Esta ventana abarca desde 100 ms antes de la presentación de la imagen (preestímulo) la propia presentación (duración de 300 ms) y un intervalo posterior de 700 ms.

El EEG se obtuvo desde 32 derivaciones mono polares del Sistema Internacional 10/20 modificado, con referencia en orejas cortocircuitadas y uso del sistema estándar -gorro Electro cap- en un sistema MEDICID-04E. Filtros: el 0.05 y 50Hz. Puntos de caída: 6 dB por octava. Conversión A/D: 16 bits. Periodo de muestreo (PM): 5 ms. Se incluyeron 2 sitios de recogida monopolar dispuestos periorbitariamente para control de artefactos.

La fase de registro electrofisiológico se iniciaba con un registro basal (3 min.) con ojos cerrados y con ojos abiertos (3 min.) antes de iniciar la condición experimental. En cada tarea se registró, digitalizó y almacenó el EEG. Previo rechazo de artefactos por inspección visual del trazado,

se promediaron por separado las ventanas de tiempo correspondientes (20 por categoría).

Se obtuvieron los promedios grupales para lo subestados: alegría 100%, alegría 60%, alegría 40%, alegría 20%, neutro, enojo 100%, enojo 60%, enojo 40% y enojo 20% (incluyendo corrección de la línea de base considerando los 100 ms anteriores a la presentación del estímulo blanco). Se excluyeron para el análisis los morphs del 80% al no obtenerse diferencias conductuales significativas respecto al estímulo integro.

Se incluyeron en el análisis aquellos registros electrofisiológicos con CCR (coeficiente de correlación entre los hemipromedios pares e impares) mayor de 0.5, SDR (Standard deviation rate\_ cociente de desviación típica) menor a 1 y RNL (residual noise level\_ nivel de ruido residual) menor de 2.

Para la obtención de los potenciales se utilizó el software ERP suite, el cual es un programa basado en JAVA con una interface de MATLAB (2005). En los PRE's promedio, se identificaron los máximos picos de voltaje en 30 derivaciones, Fp1, Fp2 , F3, F4, C3, C4, P3, P4, O1, O2, F7, F8, T3, T4, P3A, P4A , FZ, CZ, PZ, C5, C6, T3A, T4A, Pp3, Pp4, Fpz, Cpz, Oz, Cp3, Cp4 .

## **Análisis**

### **Análisis conductual**

Con respecto a los resultados conductuales se estudió por separado cada condición para determinar en primer lugar si existían diferencias significativas en cuanto a los tiempos de reacción y el número de aciertos entre los estímulos polares (alegre, neutro y enojado) y sus respectivos morphs, para conocer el efecto de la definición perceptual sobre la categorización emocional.

También se estudiaron las diferencias en la ejecución conductual entre condiciones para conocer la influencia de la dificultad de la tarea sobre la categorización emocional.

Por último para poder validar y generalizar los resultados obtenidos en los tiempos de reacción del experimento 1, se realizó una comparación entre las respuestas conductuales del experimento 1 y las del experimento 2, con el objeto de verificar la equivalencia entre los grupos.

Para el análisis estadístico se utilizó un diseño factorial de Bloques Aleatorizados Completos (Kirk, 1995), con dos factores Tarea (2 niveles, doble y emoción) y subestado (11 niveles). La tarea de género se analizó por separado por no representar en sí misma más que un examen de control pertinente, al estar añadida en la tarea doble a la condición de categorización emocional.

El análisis de los datos se realizó mediante el análisis estadístico de medidas repetidas con corrección *a posteriori* de Bonferroni, utilizando un nivel de significación de  $\alpha$  de 0.05. En los casos que fue necesario se utilizó la corrección de Greenhouse Geisser.

### **Análisis electrofisiológico**

Para la obtención de los PRE's se revisó el registro electroencefalográfico fuera de línea de cada participante. Para tal efecto se seleccionaron segmentos de 1,100 ms. de los cuales los primeros 100 ms. correspondieron al lapso pre estímulo. Se eliminaron mediante inspección visual aquellos segmentos con artefacto.

En base a los grandes promedios se identificaron mediante inspección visual los componentes y se definieron las ventanas de análisis. En un análisis preliminar de los potenciales de cada subestado, se observó que había diferencias mínimas entre ellos, por lo que se consideró analizar solamente aquellos que resultaban más extremos en el continuo de cada una de las expresiones emocionales, para poder así observar las diferencias entre el morph y el estímulo original. Estos subestados son 9: alegría 100%, alegría 60%, alegría 40%, alegría 20 %, neutro 100%, enojo 20%, enojo 40%, enojo 60% y enojo 100%. Los PRE's individuales resultaron del promedio de 20 segmentos libres de artefactos por cada subestado en cada tarea.

Para el análisis estadístico se tomaron los valores de voltaje máximo en cada ventana de tiempo de los PRE's individuales de cada subestado y cada tarea, utilizando un diseño factorial de Bloques Aleatorizados Completos (Kirk, 1995), con tres factores: Tarea (2 niveles, doble y emoción), Subestados (9 niveles) y Derivación (según el componente) ver tabla 13. La tarea de género se analizó por separado por las razones antes comentadas.

El análisis de los datos se realizó mediante el análisis estadístico de medidas repetidas con corrección *a posteriori* de Bonferroni, utilizando un nivel de significación de  $\alpha$  de 0.05. Con el objeto de fortalecer la potencia de las d<sup>o</sup>cimas estadísticas se realizó la determinación por inspección ocular, de aquellas derivaciones en las que los cambios de voltaje resultaron más evidentes.

Para el análisis de amplitud, se seleccionaron las latencias N110, P180, N170, N270, P360 y PSW, mismas que se incluyeron en el análisis estadístico final, contrastándose para cada ventana de tiempo el tipo de tarea (emoción vs doble) subestado (9) derivación (variaba según el componente) ver tabla 13. La tarea de género se analizó por separado.

Para el análisis de latencia se seleccionaron las latencias alrededor P180, N170, N270, P360 y PSW, mismas que se incluyeron en el análisis estadístico final. Contrastándose para cada componente el tipo de tarea (emoción vs doble) subestado (5, considerándose las emociones polares y los morphs 40%) derivación (variaba según el componente) ver tabla 14. La tarea de género no se analizó en cuanto a la latencia.

### **Consideraciones éticas**

El presente estudio fue aprobado por el Comité de Ética del Instituto de Neurociencias de la Universidad de Guadalajara y durante su realización se siguieron los lineamientos de la Ley General de Salud del Gobierno Mexicano y se cumplió con los lineamientos de la Declaración de Helsinki. La participación en este estudio no implicó riesgo alguno para la integridad física o emocional de los sujetos por tratarse de una técnica no invasiva. En ningún caso se detectó algún trastorno clínico que ameritara remitir al sujeto al médico correspondiente para su evaluación. Cada individuo se integró de manera voluntaria a la muestra con su consentimiento escrito.

## RESULTADOS

### Experimento 1

#### Resultados conductuales

Para cada tarea se calcularon las medias y la desviación estándar de las respuestas correctas (RC) y los tiempos de reacción (TR) correspondientes a la ejecución de los sujetos (n=16), mismas que se describen a continuación.

#### Tarea de Género

##### V.I. Definición de rasgos perceptuales

En esta tarea el estímulo emocional era irrelevante; por lo que no se esperaban cambios por efecto de la emoción ni en las respuestas correctas (ver tabla 1), ni en los tiempos de reacción (ver tabla 2) lo cual es refrendado por los resultados. El análisis de varianza del factor R.C no resultó significativo ( $F(10,150) = 1.710, p < 0.148$ ).

Tabla 1. Respuestas Correctas en la Tarea de Género

Subestados	Media	Desviación Estándar
alegría 100	28.938	0.929
alegría 80	29.188	1.424
alegría 60	29.313	0.946
alegría 40	29.313	0.946
alegría 20	29.500	0.894
neutro	28.938	2.016
enojo 20	29.313	1.352
enojo 40	29.313	1.778
enojo 60	29.438	1.315
enojo 80	29.313	1.352
enojo 100	28.438	1.750

Media y Desviación estándar para las respuestas correctas durante la tarea de género (n=16).

**Tabla 2.** Tiempos de ejecución en la Tarea de Género

<b>Subestados</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación Estándar</b>
alegría 100	698.173	165.818
alegría 80	705.304	160.803
alegría 60	707.878	179.069
alegría 40	688.678	155.469
alegría 20	691.886	154.434
neutro	714.564	167.318
enojo 20	707.080	155.604
enojo 40	697.682	151.786
enojo 60	703.334	154.832
enojo 80	698.656	157.643
enojo 100	690.294	148.907

Nota: Media y Desviación estándar para los tiempos de ejecución en la tarea de determinación del género (n=16).

Tampoco el análisis del factor T.R. resultó significativo ( $F(10,150)=.453$ ,  $p<0.747$ ).

## Tarea Emoción

### V.I. Definición de rasgos perceptuales

En esta tarea la categorización de la emoción era explícita y los participantes exhibieron un número de respuestas correctas significativamente distinto ante los diferentes subestados, (ver tabla 3) donde resultó más eficiente la categorización de la alegría en comparación con la del enojo.

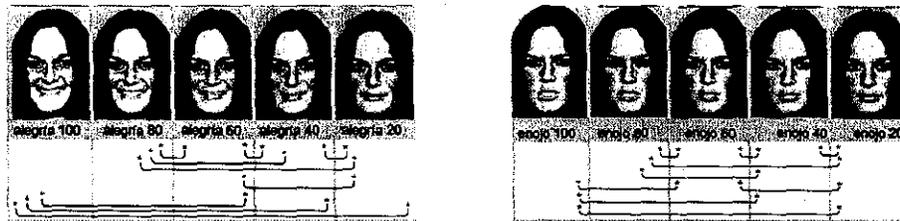
**Tabla 3.** Tipo de Respuestas en la Tarea de Categorización Emocional

<b>Subestado</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación Estándar</b>
alegría 100	29.500	0.632
alegría 80	29.125	0.885
alegría 60	26.500	2.582
alegría 40	17.438	6.673
alegría 20	2.938	4.041
Neutro	27.188	3.746
enojo 20	2.313	2.056
enojo 40	8.063	5.471
enojo 60	19.563	5.585
enojo 80	23.500	5.955
enojo 100	25.688	3.790

Nota: Media y desviación estándar de las respuestas en la tarea de categorización emocional (n=16).

El análisis del efecto de los subestados evaluados sobre el tipo de respuesta durante a tarea de categorización emocional reportó diferencias significativas ( $F(10,150)=114.035, p<0.0001$ ).

Las comparaciones a *posteriori* mostraron que los subestados que resultaron con diferencias significativas entre sí fueron:  $*= p \leq .05$ , (ver Figura 15).



**Figura 15.** Relaciones significativas entre los subestados

**Tabla 4.** Tiempos de ejecución en la Tarea de Categorización Emocional

Subestado	Media	Desviación Estándar
alegría 100	827.572	107.815
alegría 80	852.045	101.455
alegría 60	944.621	109.720
alegría 40	1009.513	128.889
alegría 20	956.568	145.574
Neutro	935.521	143.330
enojo 20	939.453	153.662
enojo 40	1040.890	180.674
enojo 60	1092.690	147.941
enojo 80	1032.125	144.423
enojo 100	1005.155	122.545

Nota: Media y desviación estándar de los tiempos de ejecución en la tarea de categorización emocional (n=16).

El análisis del efecto de los subestados sobre los tiempos de reacción en la tarea de categorización emocional mostró diferencias significativas ( $F(10,150)=18.27, p<0.0001$ ). Los subestados que resultaron con diferencias significativas entre sí se presentan continuación:  $*= p\leq .05$ , (ver figura 16). El enojo integro (100%) resultó más rapido de categorizar que enojo (80%).



Figura 16. Relaciones significativas entre los tiempos de reacción por subestado

## Tarea Doble

### V.I. Definición de rasgos perceptuales

En esta tarea la categorización fue doble (emoción y género) por lo que esperábamos menor precisión en la categorización de esta tarea (ver tabla 5) y mayor tiempo de reacción (ver tabla 6).

**Tabla 5.** Tipo de Respuesta en la Tarea Doble

<b>Subestado</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación Estándar</b>
alegría 100	28.563	1.263
alegría 80	27.688	1.991
alegría 60	25.063	3.214
alegría 40	17.500	4.817
alegría 20	3.438	5.966
Neutro	26.938	3.151
enojo 20	3.438	6.723
enojo 40	8.438	3.881
enojo 60	17.250	5.373
enojo 80	23.063	3.530
enojo 100	23.188	4.622

Nota: Media y desviación estándar según el tipo de respuesta en la tarea doble (n=16).

El análisis del efecto de los subestados sobre el tipo de respuesta en la tarea de categorización doble reportó diferencias significativas ( $F(10,150)=90.313$ ,  $p<0.0001$ ). Los subestados que resultaron con diferencias significativas entre sí se presentan continuación:  $*= p \leq .05$ , (ver figura 17)



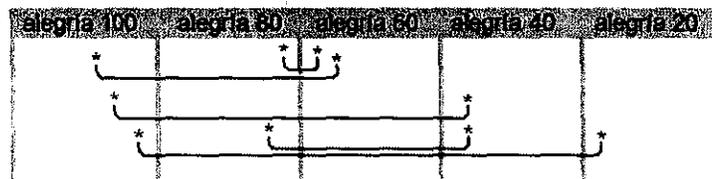
Figura 17. Relaciones significativas de las respuestas entre los subestados

**Tabla 6.** Tiempos de reacción en la Tarea Doble

Subestado	Media	Desviación Estándar
alegría 100	991.037	155.830
alegría 80	1042.425	165.825
alegría 60	1128.141	155.176
alegría 40	1147.799	153.973
alegría 20	1106.831	148.846
neutro	1085.934	143.393
enojo 20	1077.549	147.220
enojo 40	1168.066	205.201
enojo 60	1148.290	139.951
enojo 80	1143.860	149.983
enojo 100	1093.716	151.800

Nota: Media y desviación estándar de los tiempos de reacción en la tarea doble (n=16)

El análisis de los efectos de los subestados sobre el tiempo de ejecución en la tarea doble mostró diferencias significativas  $F(10,150)=7.609, p<0.0001$ ). Los subestados que resultaron con diferencias significativas entre sí se describen continuación: \*=  $p\leq .05$ , (ver figura 18).



**Figura 18.** Relaciones significativas entre los tiempos de reacción por subestado

Aquí la categorización resultó más rápida para la alegría 100% que para sus morphs correspondientes. No hubo diferencias significativas para enojo y sus morphs.

A continuación se exponen comparativamente los resultados del análisis de la ejecución conductual global en las 2 tareas de interés (categorización emocional y tarea doble); (ver tabla 7 y 8)

**Tabla 7.** Respuestas en las tareas experimentales

<b>Tarea</b>	<b>Media</b>	<b>Error Estándar</b>
Emoción	19.255	0.529
Doble	18.596	0.522

Nota: Media y error estándar de las respuestas en las tareas experimentales (n=16)

**Tabla 8.** Tiempos de reacción en las tareas experimentales

<b>Tarea</b>	<b>Media</b>	<b>Error Estándar</b>
Emoción	966.923	29.239
Doble	1103.059	38.164

Nota: Media y error estándar de los tiempos de reacción (n=16).

Los datos se sometieron al análisis estadístico de medidas repetidas de dos factores: Tarea (2 niveles) y Subestado (11 niveles), con un valor de  $\alpha=.05$ . La tarea de género se analizó por separado.

Las medias del tipo de respuesta entre tareas no resultaron significativamente distintas para el factor tarea ( $F(1,15)=2.282$ ,  $p<0.152$ ). El análisis del factor subestado resultó significativo ( $F(10,150)=149.247$ ,  $p<0.0001$ ), (ver figura 19) aunque sin interacción relevante. Los subestados que resultaron con diferencias significativas entre sí se presentan a continuación: \*=  $p\leq .05$



Figura 19. Relaciones significativas de las respuestas entre los subestados

Las medias de los T.R. entre las tareas de interés fueron significativamente diferentes para el factor tarea ( $F(1,15)=51.181$ ,  $p<0.0001$ ). El factor subestado (definición perceptual) también reportó diferencias significativas ( $F(10,150)=18.742$ ,  $p<0.0001$ ), (ver figura 20) con una interacción tarea por subestado ( $F(10,150)=2.941$ ,  $p<0.023$ ) relevante.

Los subestados que resultaron con diferencias significativas entre sí se describen continuación  $*= p\leq .05$

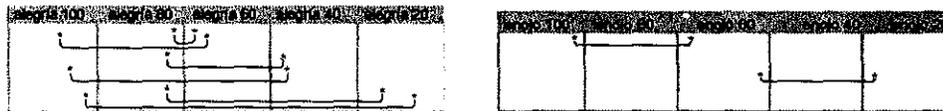
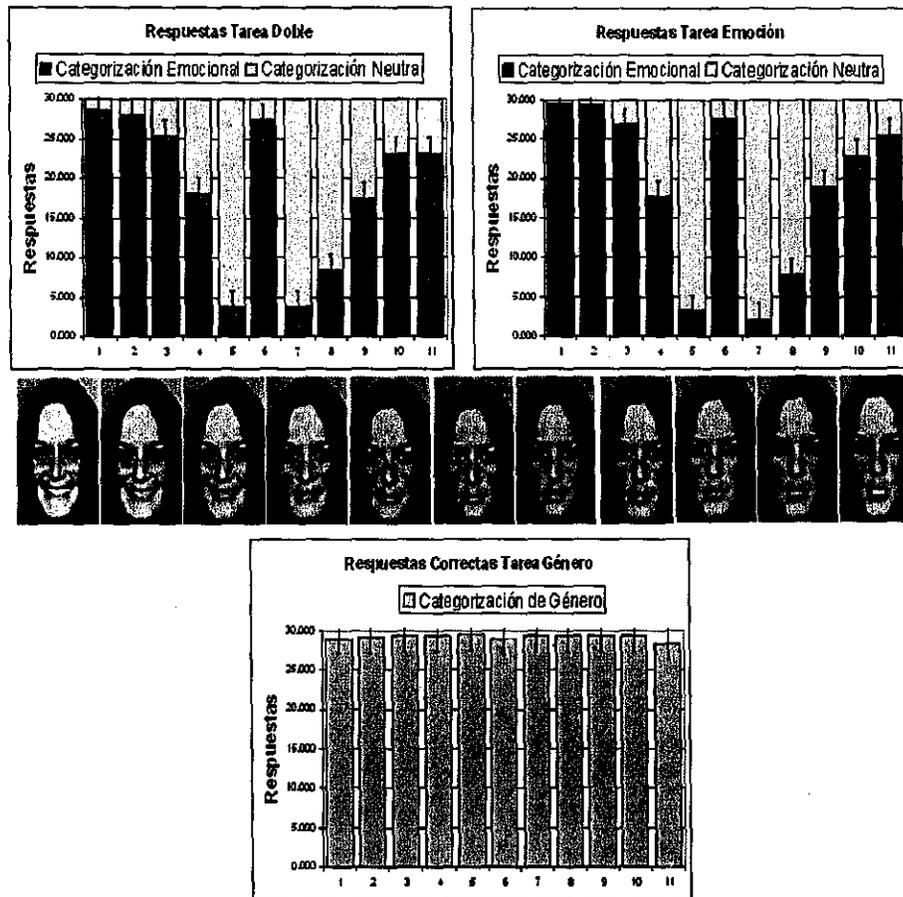


Figura 20. Relaciones significativas entre los tiempos de reacción por subestado

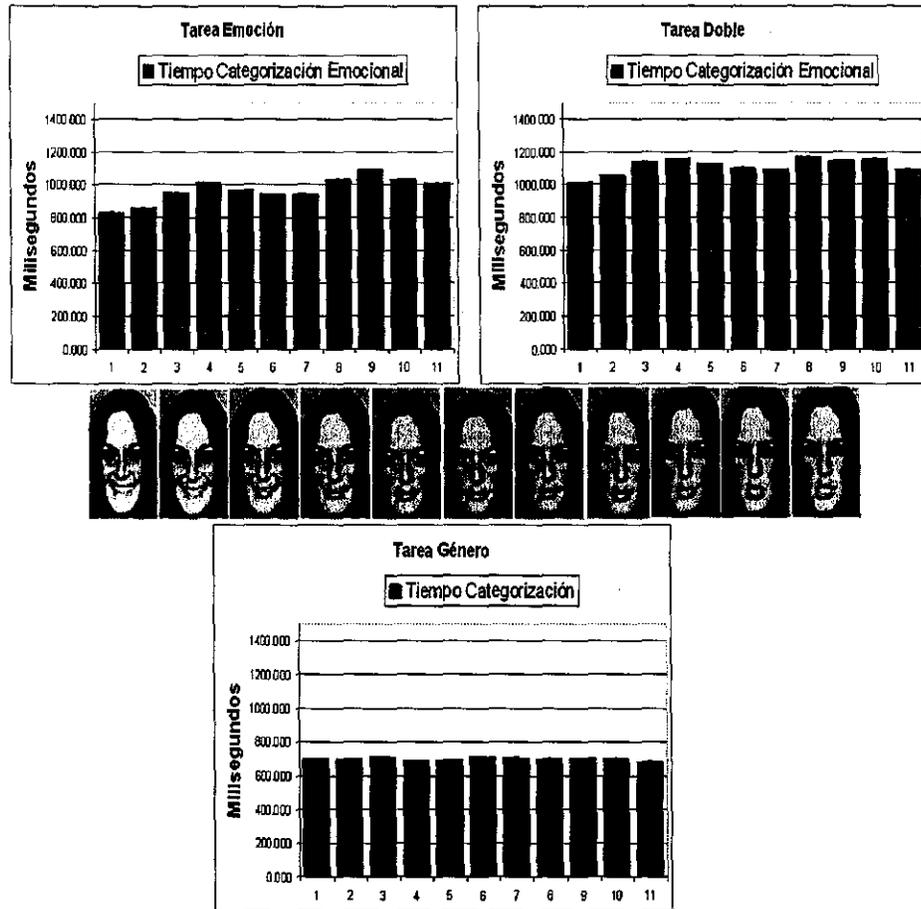
Tal y como se predecía dado su bajo grado de dificultad y el supuesto de que los rasgos físicos que permiten determinar el género en una cara parecen ser distintos a los relacionados con la estimación de la emoción contenida en el rostro, en la tarea de género las medias de R.C. no resultaron significativamente distintas en el factor subestado ( $F(10,150)=1.710$ ,  $p<0.148$ ).

Tampoco las medidas de T.R. resultaron significativamente distintas en cuanto al factor subestado ( $F(10,150)=.453$ ,  $p<0.747$ ).



**Figura 21. Promedio Respuestas de Categorización**

Nota: Media de Respuestas de Categorización en las tres tareas,  $\pm 2$  Errores Estandar.



**Figura 22. Promedio de Tiempos de Reacción**

Nota: Media de Tiempos de Categorización en las tres tareas,  $\pm$  2 Errores Estándar

## Experimento 2

### Resultados conductuales

Este experimento corresponde a los datos obtenidos durante el registro electrofisiológico del otro grupo de sujetos. Se debe recordar que la respuesta conductual en este caso fue diferida por lo que no se calcularon los tiempos de reacción, tan sólo las medias y desviación estándar del tipo de respuesta para cada subestado ( $n=15$ ), las cuales se describen a continuación.

### Tarea de Género

#### V.I. Definición de rasgos perceptuales

En esta tarea el estímulo emocional era irrelevante; por lo que no se esperaban cambios por efecto de la emoción en las respuestas correctas, como se describe a continuación (ver tabla 8). El análisis de varianza del factor R.C no resultó significativo ( $F(10,150) = 1.710$ ,  $p < 0.148$ ).

Tabla 8. Respuestas Correctas en la Tarea de Género

Subestados	Media	Desviación Estándar
alegría 100	29.643	0.633
alegría 80	29.143	1.027
alegría 60	29.214	1.188
alegría 40	29.143	1.167
alegría 20	29.714	0.469
neutro	29.571	0.646
enojo 20	29.286	0.994
enojo 40	29.429	0.756
enojo 60	29.571	0.646
enojo 80	29.000	0.877
enojo 100	29.000	0.877

Nota: Media y desviación estándar para las respuestas correctas durante la tarea de género ( $n=16$ ).

## Tarea Emoción

### V.I. Definición de rasgos perceptuales

En esta tarea los participantes exhibieron un número de respuestas correctas significativamente distinto ante los diferentes subestados, donde, al igual que en el Experimento 1, resultó más eficiente la categorización de la alegría en comparación con la del enojo, (ver tabla 9)

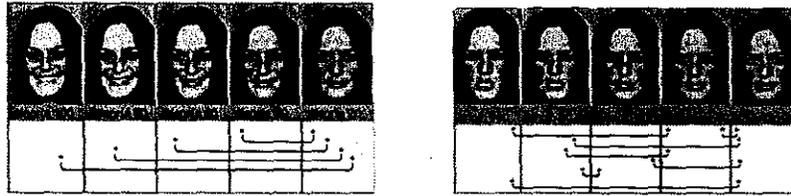
**Tabla 9.** Respuestas en la Tarea de Categorización Emocional

<b>Subestado</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación Estándar</b>
alegría 100	28.429	3.694
alegría 80	28.214	3.965
alegría 60	28.000	3.282
alegría 40	26.500	3.057
alegría 20	11.571	6.688
neutro	24.571	5.214
enojo 20	9.643	4.861
enojo 40	15.643	4.940
enojo 60	21.500	4.053
enojo 80	25.500	4.485
enojo 100	26.214	4.543

Nota: Media y desviación estándar según el tipo de respuestas en la tarea de categorización emocional (n=15).

El análisis del efecto de los subestados evaluados sobre el tipo de respuesta en la tarea de categorización emocional reportó diferencias significativas ( $F(10,130)=34.198$   $p<0.0001$ ).

A continuación se describen los subestados que de acuerdo a las comparaciones a *posteriori* mostraron diferencias significativas entre sí como lo muestran las imágenes:  $*= p \leq .05$ , (ver figura 23)



**Figura 23.** Relaciones significativas de las respuestas entre los subestados

## Tarea Doble

### V.I. Definición de rasgos perceptuales

En esta tarea la categorización fue doble (emoción y género) por lo que, tal como en el Experimento 1, esperábamos menor precisión en la categorización, ver tabla 10).

**Tabla 10.** Respuestas Correctas en la Tarea Doble

<b>Subestado</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación Estándar</b>
alegría 100	27.786	2.007
alegría 80	28.143	1.875
alegría 60	26.786	2.547
alegría 40	25.500	2.767
alegría 20	11.571	7.165
neutro	21.429	7.832
enojo 20	11.643	6.698
enojo 40	14.786	3.847
enojo 60	21.071	3.583
enojo 80	24.000	3.530
Enojo 100	24.714	3.911

Nota: Media y desviación estándar según el tipo de respuesta en la tarea doble (n=15).

El análisis del efecto de los subestados sobre el tipo de respuesta en la tarea de categorización doble reportó diferencias significativas ( $F(10,130)=25.315, p<0.0001$ ).

A continuación se describen los subestados que de acuerdo a las comparaciones *a posteriori* mostraron diferencias significativas entre sí:  $*= p \leq .05$  (ver figura 24).



**Figura 24.** Relaciones significativas de las respuestas entre los subestados

A continuación se exponen comparativamente los resultados del análisis de la ejecución conductual global entre las 2 tareas, (ver tabla 11).

**Tabla 11.** Respuestas conductuales en las dos tareas

Tarea	Media	Error Estándar
Emoción	22.344	0.461
Doble	21.584	0.375

Nota: Media y error estándar de las respuestas en las dos tareas de interés experimental (n=15).

Los datos se sometieron al análisis estadístico de medidas repetidas de dos factores: Tarea (2 niveles) y Subestado (11 niveles). Las medias del tipo de respuesta no resultaron significativamente distintas para el factor tarea ( $F(1,13)=2.06$ ,  $p<0.180$ ). Para el tipo de subestado sí se obtuvieron diferencias relevantes ( $F(10,130)=50.290$ ,  $p<0.0001$ ) pero sin interacción significativa entre los factores evaluados.

Las diferencias para el factor subestado se describen a continuación:

\*=  $p \leq .05$ , (ver figura 25).

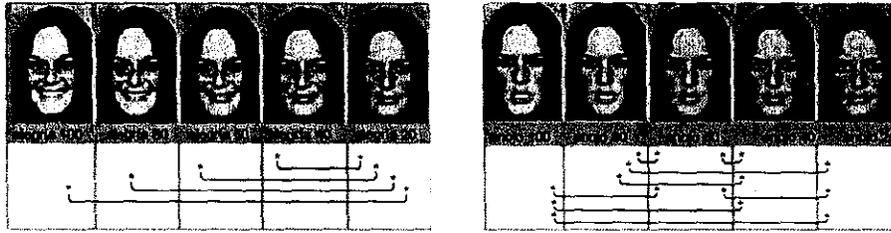


Figura 25. Relaciones significativas de las respuestas entre los subestados

### Comparación de los resultados conductuales de los dos experimentos

Con el propósito de evaluar de manera más exhaustiva la ejecución conductual entre los dos grupos experimentales, se homogeneizó la muestra a través de la eliminación aleatoria de la contribución de uno de los sujetos del Experimento 1. De este modo se evaluó el tipo de respuesta en relación a la definición perceptual entre los 2 grupos de participantes ( $n=15$  por cada grupo) con un análisis de varianza de medidas repetidas de 2 factores (tarea -2- y subestados -11-). Este examen no arrojó cambios significativos para ninguno de los factores estudiados o su interacción.

Con este antecedente, resulta pertinente resumir los resultados conductuales en unas pocas líneas:

- Aunque se demostró que existe una relación entre la definición perceptual del estímulo y el tipo de respuesta conductual, esta no pudo ser representada de forma lineal.
- La categorización emocional facial no resulta equivalente, desde el punto de vista conductual, entre la alegría y el enojo, ni en sus variantes perceptualmente íntegras ni en sus morphs.
- El incremento en la carga de memoria representado en la tarea doble tiende a influir la ejecución conductual, ocasionando un reconocimiento menos preciso y más lento, aunque las diferencias atribuibles a la definición perceptual de los estímulos parecen conservarse similares a las obtenidas en la tarea simple.

## Resultados electrofisiológicos

Los estímulos faciales con diferentes expresiones emocionales evocaron una secuencia de 6 componentes, 5 de los cuales parecen ser análogos de familias descritas típicamente en la literatura como: N100, N170, P200, N200 y P300; con distribución diferente como se demuestra en las figuras 26, 27 y 28.

El pico máximo de voltaje y el sitio en el que se presentaron de manera más evidente los componentes descritos aparecen en la Tabla 12. Debe señalarse que las localizaciones ahí acotadas fueron las que se utilizaron para el análisis estadístico de cada componente.

**Tabla 12.** Componentes de los PRE's, pico máximo y distribución predominante en las tareas experimentales

Componente	Pico máximo	Sitio (derivación)
N100	110 ms	Fp1, Fp2,F3, F4, F7,F8, C3,C4
N170	160 ms	T5,T6, P3,P4,O1,O2
P200	180 ms	Fp1, Fp2,F3,F4,C3,C4,Fz,Cz
N200	270 ms	Fp1, Fp2,F7,F8,C3,C4
P360	360 ms	Fp1, Fp2,F3, F4, F7,F8, Fz,Cz,Pz
PSW	550 ms	Fp1, Fp2,F3, F4, F7,F8, Fz,Cz,Pz

**Tabla 13.** Rango de latencias y derivaciones consideradas para el análisis de latencias de las tareas experimentales

<b>Componente</b>	<b>Latencia</b>	<b>Sitio (derivación)</b>
N170	160 -270 ms	T6,P4,PP4
P200	180-280 ms	Fp1,Fp2,F3,F4,Cz,C3,C4
N200	270-370 ms	Fp1,Fp2,F3,F4,Cz,C3,C4
P360	360-460 ms	F3,F4,Fz,Cz,C3,C4
PSW	550-650 ms	Fp1, Fp2, Cz,C3,C4

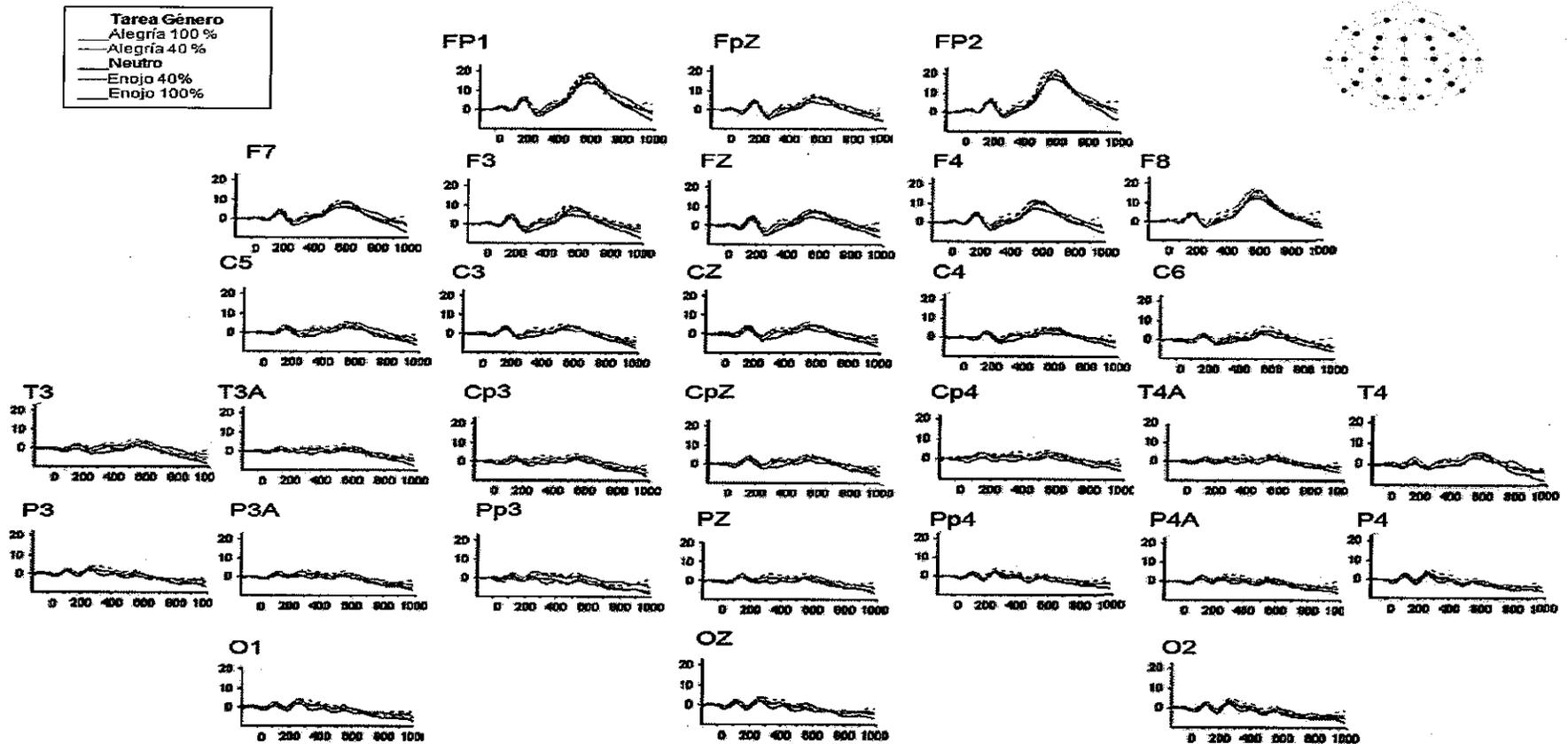


Figura 26. Ilustra los grandes promedios en la tarea de género. El momento "0" indica el momento en el que se presentó el estímulo

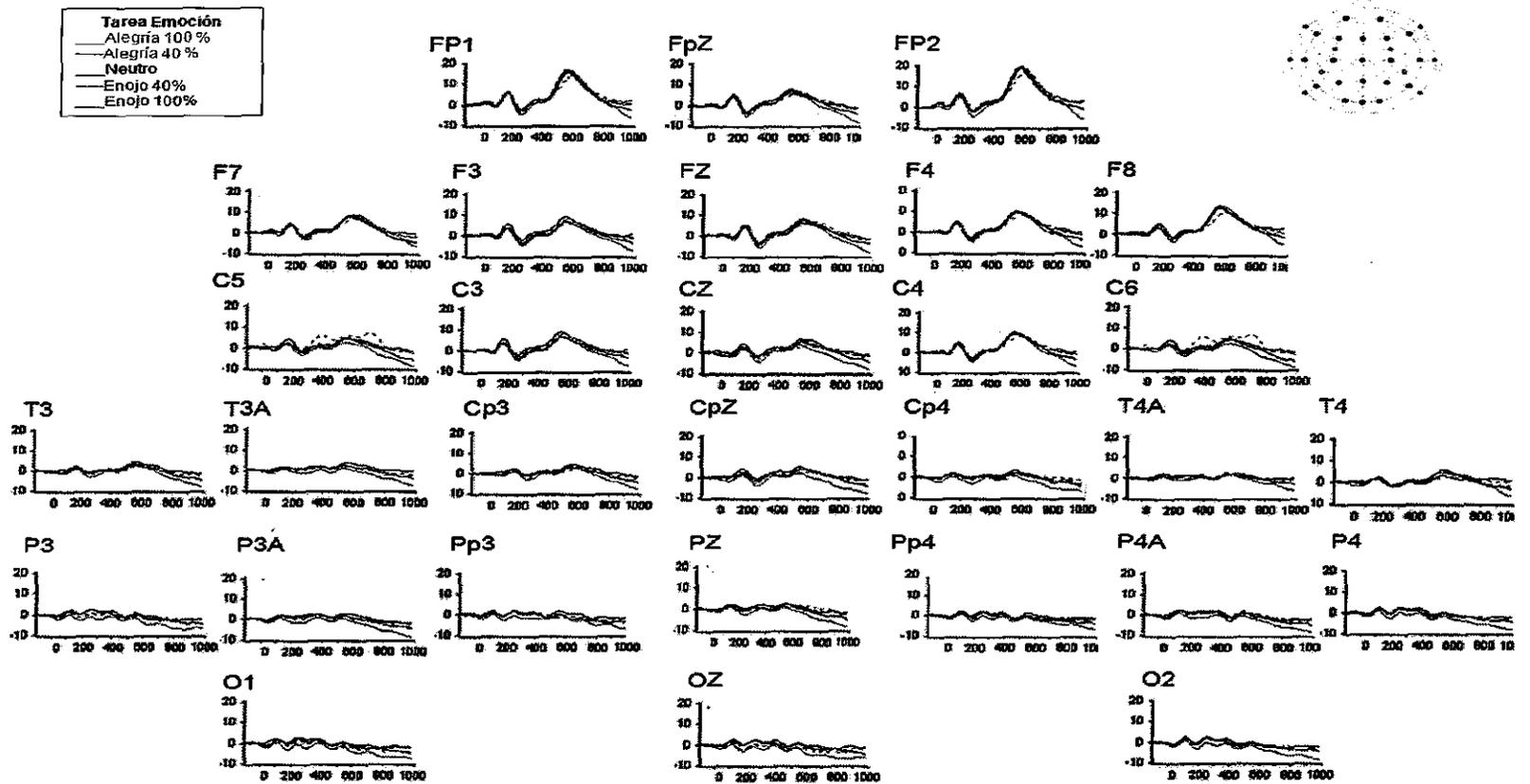


Figura 27. Ilustra los grandes promedios en la tarea doble. El momento "0" indica el momento en el que se presentó el estímulo

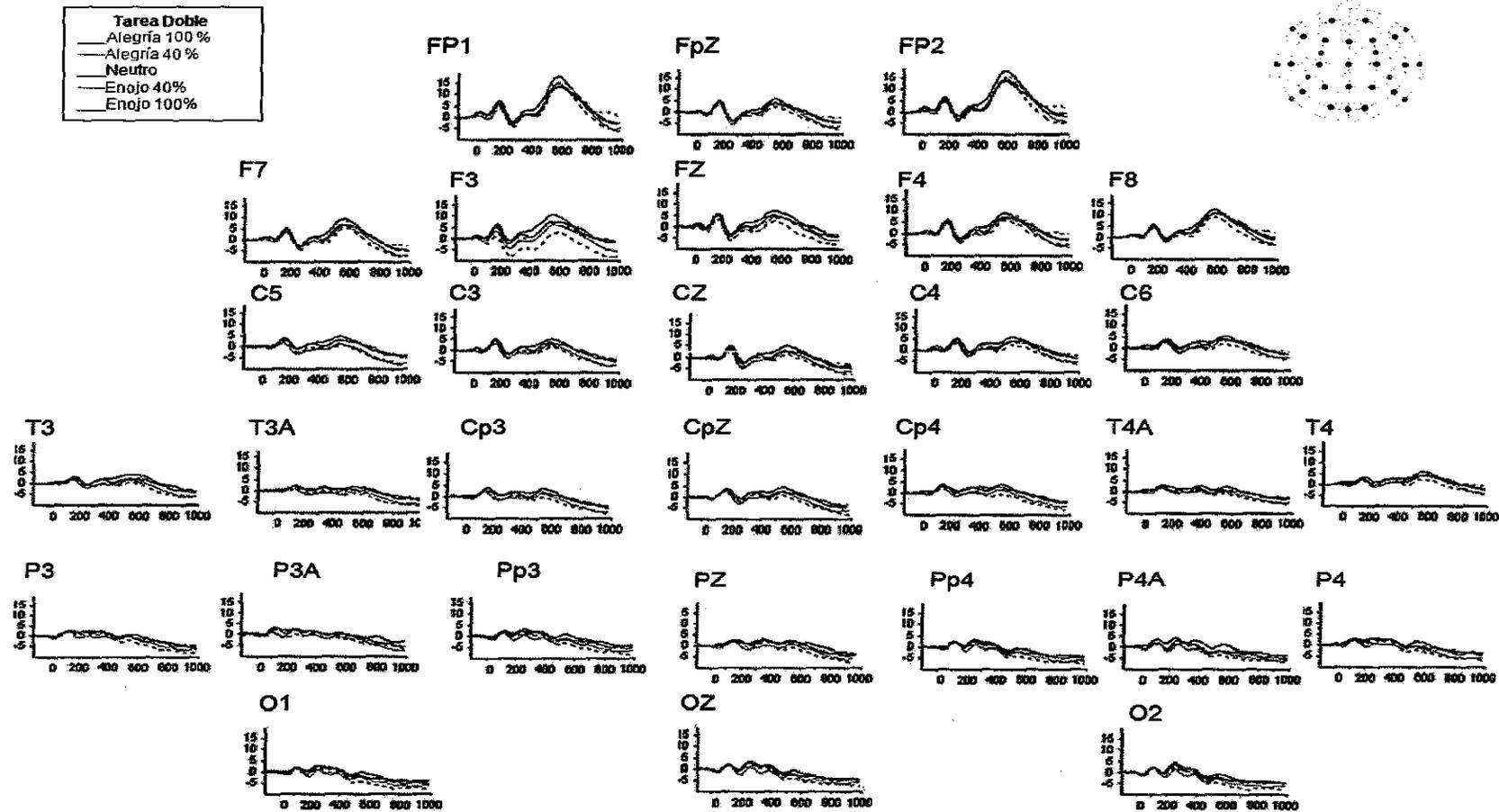
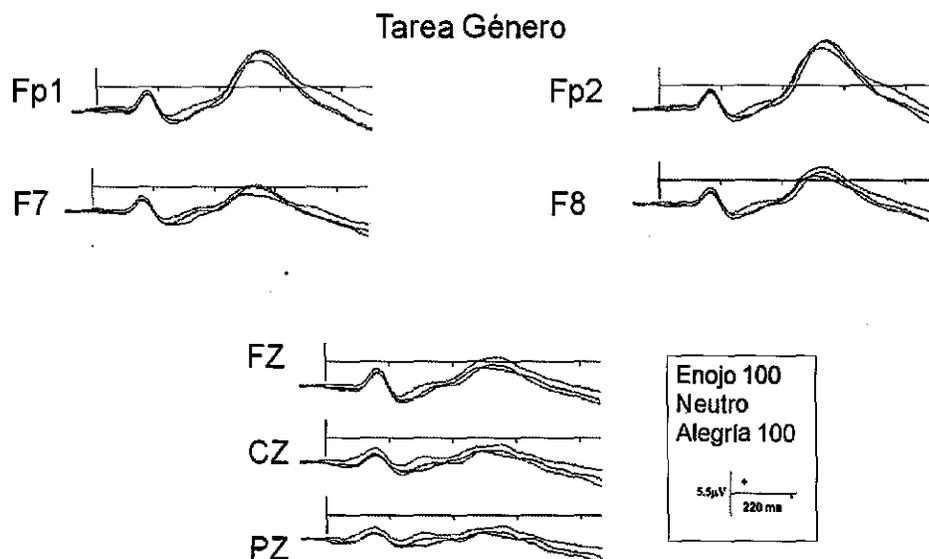


Figura 28. Ilustra los grandes promedios en la tarea doble. El momento "0" indica el momento en el que se presentó el estímulo

## Tarea Género

### V.I. Definición de rasgos perceptuales

Se compararon los voltajes obtenidos en la tarea de categorización de género, utilizando solo 3 subestados (alegría 100%, neutra y enojo 100%) con el objeto de conocer si existía alguna diferencia entre las emociones polares. Ver figura 29.



### N100

Al hacer el análisis del componente N100, no se observan diferencias significativas entre las emociones polares para la condición de género ( $F(2,28)=0.647$ ,  $p<0.469$ ). Se hallaron diferencias significativas en el factor derivación ( $F(7,98)=4.713$ ,  $p<0.011$ ).

### N170

Para el componente N170 tampoco se observan diferencias significativas entre las emociones polares ( $F(2,28)=0.970$ ,  $p<0.391$ ) ni en las derivaciones ( $F(5,70)=2.366$ ,  $p<0.096$ ).

### **P200**

No se reportan diferencias relevantes entre las emociones evaluadas en P200 ( $F(2,28)=0.534$ ,  $p<0.514$ ) aunque se encontró efecto significativo de las derivaciones ( $F(5,70)=8.774$ ,  $p<0.001$ ) pero no interacción alguna.

### **N200**

El análisis de N200 no mostró diferencias relevantes entre emociones faciales polares ( $F(2,28)=0.961$ ,  $p<0.356$ ) ni en el factor derivación ( $F(7,98)=2.359$ ,  $p<0.107$ ) o alguna interacción.

### **P360**

En P360 tampoco hubo diferencias entre emociones ( $F(2,28)=1.10$ ,  $p<0.322$ ), derivaciones ( $F(6,84)=1.625$ ,  $p<0.202$ ) o interacción alguna.

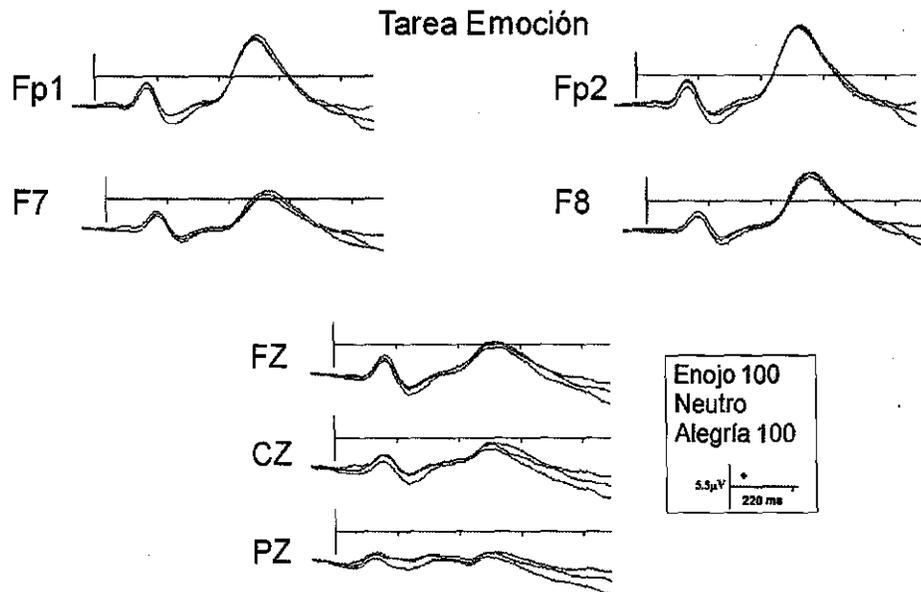
### **PSW**

Finalmente el análisis de PSW no mostró diferencias significativas en las emociones polares ( $F(2,28)=0.336$ ,  $p<0.707$ ), pero sí en las derivaciones ( $F(6,84)=11.24$ ,  $p<0.002$ ), sin interacciones relevantes. Las Derivaciones relacionadas significativamente fueron los pares:  $Fp1 < Fp2$ ,  $F7 < F8$  y  $Fz > Cz > Pz$  ( $p<0.05$ ).

## Tarea Emoción

### Definición de rasgos perceptuales

En esta tarea de categorización explícita de la emoción, las diferencias entre la emoción polar y sus morphs correspondientes nos permitirían conocer el punto de definición perceptual necesario para categorizar la expresión facial; para ello primeramente se compararon los voltajes obtenidos entre las emociones íntegras o polares (alegría 100%, neutra y enojo 100%, (ver figura 30). Posteriormente, siempre y cuando el análisis de varianza mostrara significación para el factor emoción polar, procedieron a analizarse las diferencias entre los extremos (alegría o enojo) y los morphs correspondientes alegría 60%, alegría 40%, alegría 20%, así como enojo 60%, enojo 40% y enojo 20% respectivamente.



**Figura 30.** Muestra los PRE's promedio ante las emociones polares.

### N100

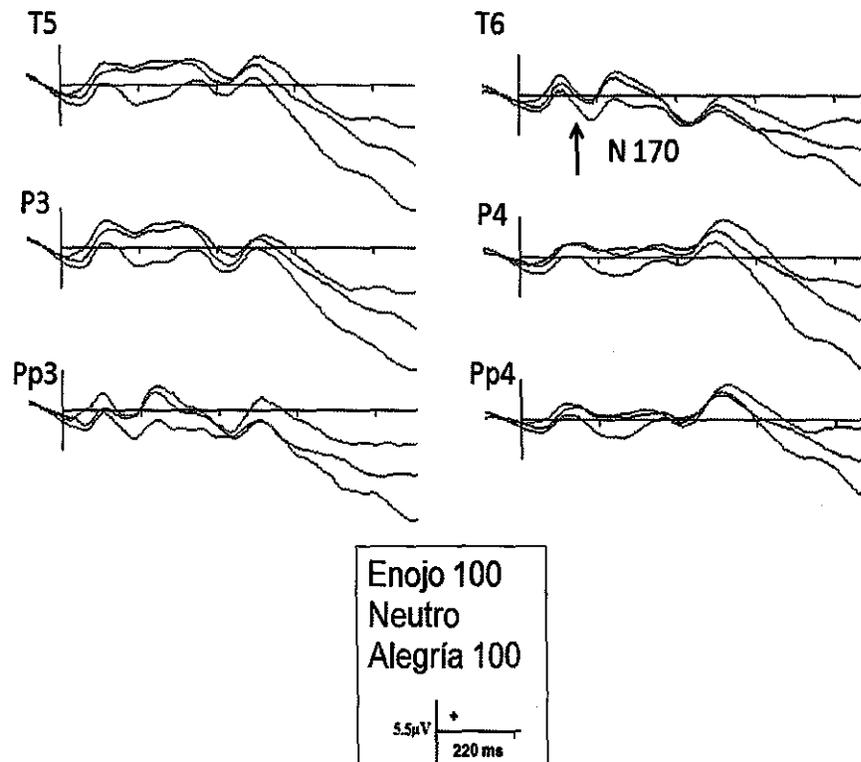
Al hacer el análisis de amplitud del componente N100 no se observaron diferencias significativas entre las emociones polares ( $F(2,28)=2.561$ ,  $p<0.101$ ) ni en el factor derivación  $F(7,98)=2.527$ ,  $p<0.071$ ) o su interacción.

## N170

El análisis del componente N170 mostró diferencias significativas entre las emociones polares ( $F(2,28)=4.473$ ,  $p<0.022$ ). El análisis *a posteriori* demostró que la alegría resultó con un voltaje significativamente más negativo. Figura 31. No hubo diferencias significativas para el factor derivación  $F(5,70)=2.366$ ,  $p<0.167$ ) ni interacción relevante.

El análisis de latencia tampoco mostró diferencias significativas entre los distintos subestados, derivación o interacción entre estos factores.

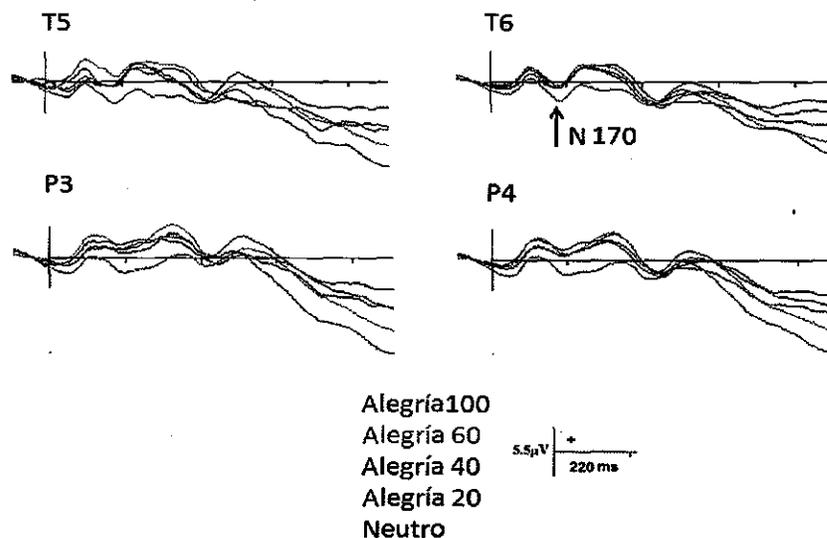
### TAREA EMOCIÓN



**Figura 31.** PRE's promedio de las emociones polares durante la tarea de categorización emocional

El análisis extendido a los diferentes subestados mostró diferencias significativas entre alegría 100% y alegría 60% ( $F(4,56)=3.082$ ,  $p<0.040$ ) ver figura 23. No hubo diferencias significativas para el factor derivación ( $F(5,70)=1.860$ ,  $p<0.164$ ) ni interacción relevante.

## TAREA EMOCIÓN



**Figura 32.** PRE's promedio para las condiciones polar y morph relacionados a la emoción alegría

### P200

Al hacer el análisis del componente P200, no aparecieron diferencias significativas entre las emociones polares ( $F(2,28)=0.2.345$ ,  $p<0.115$ ), aunque hubo significación en el factor derivación ( $F(5,70)=5.672$ ,  $p<0.010$ ), cabe mencionar que de acuerdo a los análisis a *posteriori* el par que resultó con diferencias significativas en la amplitud, fue F4 > F8 .

El análisis de latencia tampoco mostró diferencias significativas entre los distintos subestados, derivación o interacción entre estos factores.

### N200

Para N200 no se observan diferencias significativas entre las emociones polares ( $F(2,28)=0.931$ ,  $p<0.073$ ), el factor derivación ( $F(7,98)=0.729$ ,  $p<0.471$ ) o su interacción. El análisis de latencia tampoco mostró diferencias significativas entre los distintos subestados, derivación o interacción entre estos factores.

### **P360**

No se observaron diferencias significativas entre las emociones íntegras ( $F(2,28)=0.320$ ,  $p<0.729$ ), ni en las ( $F(6,84)=1.075$ ,  $p<0.369$ ) o su interacción.

El análisis de latencia tampoco mostró diferencias significativas entre los distintos subestados, derivación o interacción entre estos factores.

### **PSW**

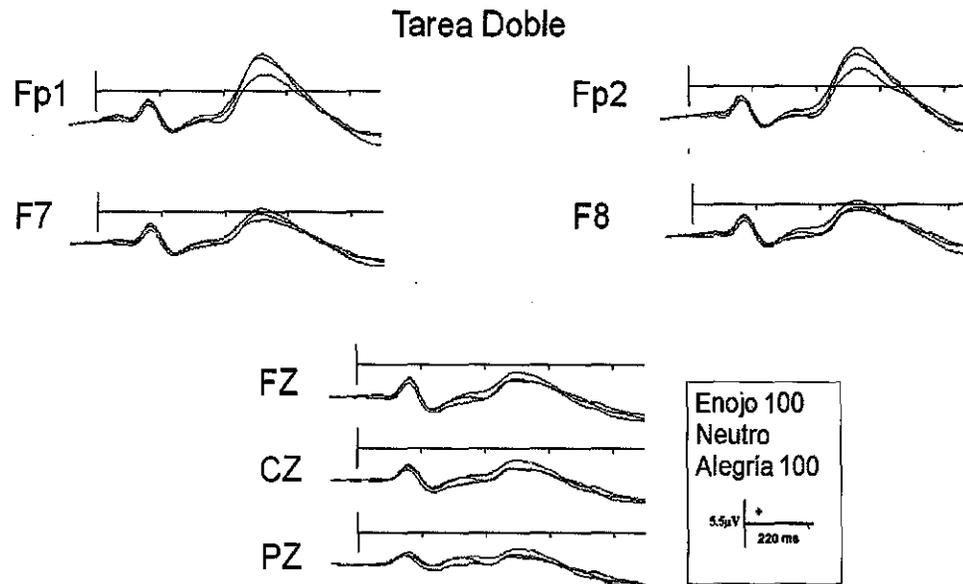
En el componente PSW, no se observaron diferencias significativas ante las emociones polares ( $F(2,28)=1.103$ ,  $p<0.346$ ), pero sí en el factor derivación ( $F(6,84)=10.339$ ,  $p<0.003$ ) sin interacción relevante. Las Derivaciones relacionadas significativamente fueron los pares:  $Fp1 < Fp2$ ,  $F7 < F8$  y  $Fz < Cz < Pz$ .

El análisis de latencia tampoco mostró diferencias significativas entre los distintos subestados, derivación o interacción entre estos factores.

### **Tarea Doble**

#### **V.I. Definición de rasgos perceptuales**

Para esta tarea también se realizó el mismo análisis antes descrito, es decir, se compararon los voltajes obtenidos entre las emociones íntegras o polares (alegría 100%, neutra y enojo 100%, (ver figura 33). Posteriormente procedieron a analizarse las diferencias entre los extremos (alegría o enojo) y los morphs correspondientes alegría 60%, alegría 40%, alegría 20%, así como enojo 60%, enojo 40% y enojo 20% respectivamente, reportándose estas últimas en caso de ser significativas.



**Figura 33.** PRE's promedio ante las emociones polares en la tarea doble

### N100

Al hacer el análisis del componente N100, no se observaron diferencias significativas entre las emociones polares ( $F(2,28)=1.417$ ,  $p<0.260$ ), las derivaciones ( $F(7,98)=1.525$ ,  $p<0.232$ ) o su interacción.

### N170

En el componente N170 tampoco se observaron diferencias significativas entre emociones ( $F(2,28)=3.223$ ,  $p<0.071$ ), derivaciones ( $F(5,70)=1.521$ ,  $p<0.231$ ) o su interacción.

El análisis de latencia mostró diferencias significativas entre los distintos subestados ( $F(4,56)=3.768$ ,  $p=0.023$ ) y las derivaciones analizadas ( $F(2,28)=10.234$ ,  $p=0.003$ ) aunque sin interacción entre estos factores. Los análisis *a posteriori* ( $p<0.05$ ) mostraron que la alegría 100% exhibió un retardo significativo en su latencia respecto a la condición neutra. En cuanto a los sitios de registro PP4 mostró la mayor latencia respecto a T6 y P4.

## **P200**

Respecto al componente P200, el análisis no mostró diferencias significativas entre las emociones polares ( $F(1,14)=2.597$ ,  $p<0.112$ ), derivaciones ( $F(5,70)=1.982$ ,  $p<0.162$ ) o interacción relevante. El análisis de latencia no mostró diferencias significativas entre los distintos subestados, pero sí en las derivaciones analizadas ( $F(7,98)=6.450$ ,  $p=0.008$ ) aunque no en los pares de derivaciones de interés. No se refiere interacción entre estos factores.

## **N200**

El análisis del componente N200 exhibió diferencias significativas entre las emociones polares ( $F(2,28)=3.561$ ,  $p<0.045$ ). Las comparaciones *a posteriori* mostraron que la alegría alcanzó un voltaje significativamente más negativo como se muestra en el Figura 34. Sin embargo, el factor derivación no alcanzó significación estadística ( $F(7,91)=.814$ ,  $p<0.441$ ), ni se aisló alguna interacción relevante.

El análisis de latencia no mostró diferencias significativas entre los distintos subestados, en las derivaciones analizadas, ni interacción entre estos factores.

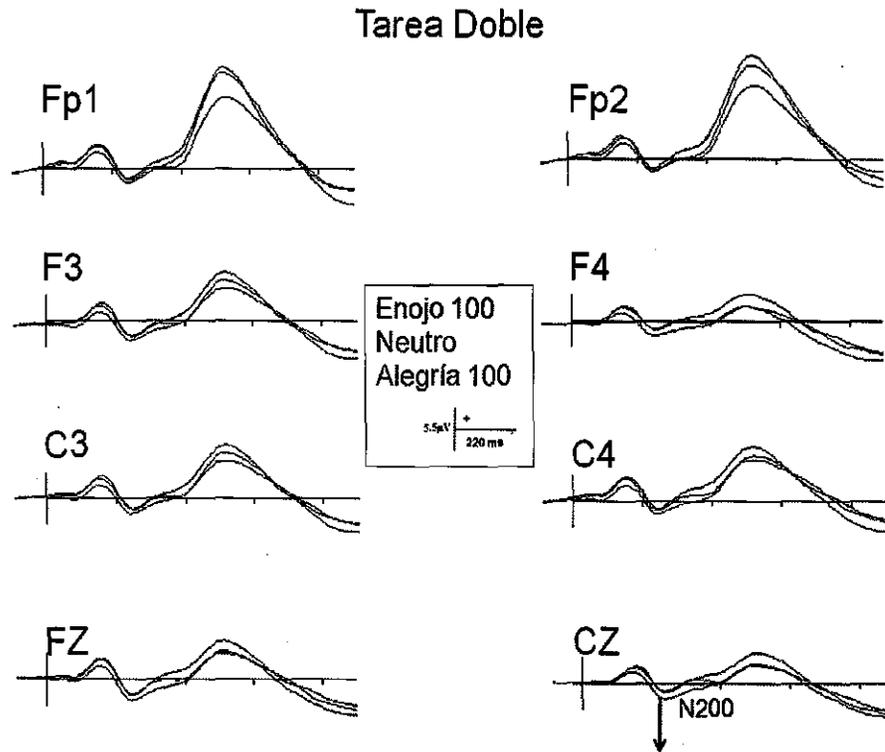


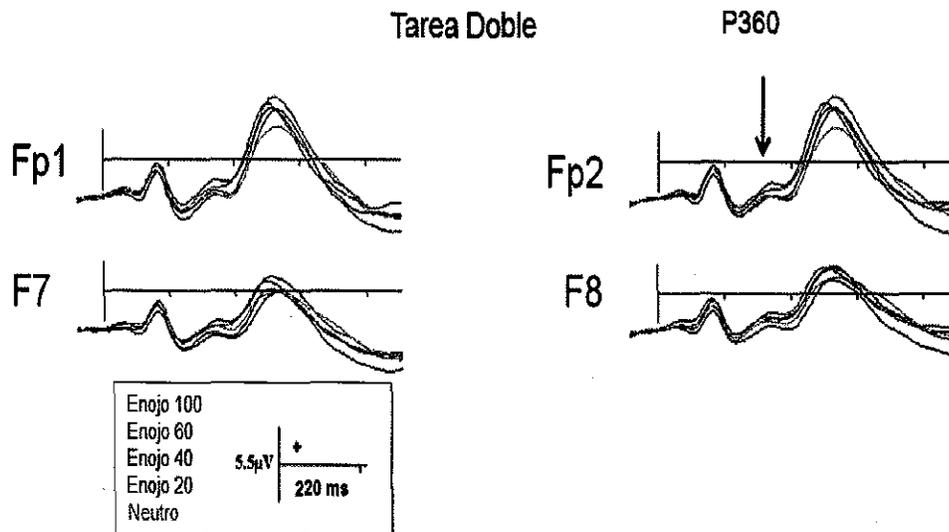
Figura 34. PRE's promedio de las emociones polares en la tarea doble

### P360

No se observan diferencias significativas en el componente P360 entre las emociones polares ( $F(2,28)=2.196$ ,  $p<0.149$ ), las derivaciones ( $F(6,84)=2.396$ ,  $p<0.109$ ) o su interacción.

El análisis extendido para varios subestados mostró diferencias significativas para este factor ( $F(8,112)=3.467$ ,  $p<0.009$ ), así como en el factor derivación ( $F(6,84)=4.084$ ,  $p<0.031$ ) sin interacción relevante (ver Figura 35); si bien el análisis general de varianza nos indica que hay diferencias para el factor subestado; el análisis a *posteriori* no identifica los pares probables, no obstante, mediante una inspección de los datos se observa una tendencia general, en donde la amplitud de la alegría es menor que la del enojo (ver figuraa 25). Así mismo la amplitud del enojo 100% y sus morphs cercanos 80 y 60% presentan una amplitud mayor que la de enojo 20%, como puede observarse en la figura 26. El análisis de latencia no mostró diferencias significativas

entre los distintos subestados, en las derivaciones analizadas, tampoco se refiere interacción entre estos factores.



**Figura 35.** PRE's promedio para la condición de enajo y morphs relacionados

### PSW

No resultan significativas las diferencias de voltaje en el componente PSW ante las emociones integras polares ( $F(2,28)=0.1.256$ ,  $p<0.299$ ) pero sí para el factor derivación ( $F(6,84)=11.754$ ,  $p<0.002$ ) sin interacción relevante. Los análisis *a posteriori* muestran que las derivaciones que resultan significativamente distintas se ubican en línea media Fz, Cz y Pz incrementándose el voltaje en sentido antero-posterior.

El análisis de latencia no mostró diferencias significativas entre los distintos subestados, en las derivaciones analizadas, tampoco se refiere interacción entre estos factores.

### **Comparaciones entre tareas por componente**

Se realizó el análisis por componente entre las tareas de emoción y doble, para observar el efecto de dificultad de la tarea sobre los PRE's. Se compararon los voltajes y la latencia obtenidos entre las emociones polares (alegría 100%, neutra y enojo 100%). Se utilizó un diseño de análisis de varianza de medidas repetidas con 3 factores Tarea (2 niveles) Emoción (3 niveles) y Derivación, según correspondía a cada componente (ver tabla 12) esto para el análisis de voltaje, mientras que para el análisis de latencia (ver tabla 13) se utilizó el mismo diseño con los factores: Tarea (2 niveles) Emoción (5 niveles) y Derivación (según correspondía a cada componente)

#### **N100**

Al hacer el análisis del componente N100, no se observaron diferencias por efecto del factor dificultad de la tarea ( $F(1,14)=0.325$ ,  $p<0.578$ ). Tampoco se observaron diferencias entre las emociones polares ( $F(2,28)=3.275$ ,  $p<0.057$ ), pero sí en el factor derivación ( $F(7,98)=3.284$ ,  $p<0.035$ ). Las comparaciones *a posteriori* demostraron diferencia entre el voltaje de F7 < F8; ( $p<.003$ ).

#### **N170**

En el componente N170, no se observaron diferencias significativas por efecto de la dificultad de la tarea ( $F(1,14)=1.373$ ,  $p<0.261$ ), pero sí en el factor emoción  $F(2,28)=8.362$ ,  $p<0.006$ ). No hubo diferencias en el factor derivación ( $F(5,70)=1.040$ ,  $p<0.174$ ) ni interacciones significativas.

Las comparaciones *a posteriori* para el componente N170 demostraron diferencia entre las emociones alegría y neutro, en donde el voltaje de alegría resultó menor que el de neutro ( $p<.0001$ ). El análisis de latencia no mostró diferencias significativas entre las dos tareas, subestados, pero si en el factor derivación  $F(2,28)=8.512$ ,  $p<0.004$ ), estas diferencias no se presentan en los pares de derivación de interés. No se refiere interacción entre estos factores.

### **P200**

Al hacer el análisis del componente P200, no se observaron diferencias por efecto del factor dificultad de la tarea ( $F(1,14)=3.61$ ,  $p<0.557$ ), pero sí en el factor emoción ( $F(2,28)=4.775$ ,  $p<0.020$ ) y también en derivación ( $F(5,70)=6.049$ ,  $p<0.007$ ). Las comparaciones *a posteriori* demostraron diferencia entre las emociones de alegría y enojo, siendo el voltaje de enojo mayor que el de alegría ( $p<0.019$ ). También se muestran diferencias entre el voltaje de F3 < F4; ( $p<0.003$ ).

El análisis de latencia tampoco mostró diferencias significativas entre las dos tareas, subestados, pero si en el factor derivación  $F(7,98)=8.012$ ,  $p<0.001$ ), estas diferencias no se presentan en los pares de derivación de interés. No se refiere interacción entre estos factores.

### **N200**

Respecto al análisis del componente N200 este no exhibió diferencias significativas por efecto de la dificultad de la tarea, ( $F(1,14)=.358$ ,  $p<0.822$ ), pero si entre las emociones polares ( $F(2,28)=6.852$ ,  $p<0.004$ ). No se refieren diferencias en el factor derivación ( $F(7,91)=1.349$ ,  $p<0.227$ ). Las comparaciones *a posteriori* mostraron que la alegría alcanzó un voltaje significativamente más negativo, que neutro  $p<0.005$  y que enojo,  $p<0.008$ .

El análisis de latencia no mostró diferencias significativas entre las dos tareas, subestados, pero si en el factor derivación  $F(7,98)=7.369$ ,  $p<0.001$ ), estas diferencias no se presentan en los pares de derivación de interés. No se refiere interacción entre estos factores.

### **P360**

No se observan diferencias significativas en el componente P360 entre las tareas ( $F(1,14)=.033$ ,  $p<0.859$ ), ni entre las emociones ( $F(8,112)=1.39$ ,  $p<0.246$ ), las derivaciones ( $F(6,84)=2.646$ ,  $p<0.009$ ) o su interacción.

El análisis de latencia no mostró diferencias significativas entre las dos tareas, subestados, derivación, ni interacción entre estos factores.

### **PSW**

No se observan diferencias significativas en el componente PSW entre las tareas ( $F(1,14)=.080$ ,  $p<0.781$ ), ni entre las emociones ( $F(8,112)=1.571$ ,  $p<0.141$ ). El factor derivación ( $F(6,84)=15.920$ ,  $p<0.0001$ ) sí resultó con diferencias significativas no obstante, los análisis *a posteriori* no muestran diferencias significativas en los pares de interés. No se reporta interacción entre los factores.

El análisis de latencia no mostró diferencias significativas entre las dos tareas, subestados, derivación, ni interacción entre estos factores.

### **Resumen de resultados**

Los análisis de amplitud y de latencia reflejan las diferencias sustanciales estadísticamente sobre los componentes N170 y P360. No obstante el peculiar resultado de las interacciones entre las variables nos permite obtener conclusiones sobre tres aspectos principalmente

- .- Existe una relación entre la definición perceptual del estímulo y la amplitud de los componentes aun cuando esta no pudo ser representada en proporción directa al grado de definición perceptual.
- .- Las diferencias entre la emoción definida y sus morphs, son más evidentes en la alegría que en el enojo.
- .- El incremento en la carga de memoria representado en la tarea doble tiende a afectar tanto la amplitud como la latencia de los componentes,

## DISCUSIÓN

El proceso de reconocimiento emocional facial inicia con la codificación y clasificación perceptual del conjunto de características físicas contenidas en el estímulo a reconocer (Dailey, Cottrell, Padgett y Adolphs, 2002; Campanella, Quinet, Bruyer, Crommelinck y Guerit, 2002). Sin embargo, no está del todo claro cómo se produce este proceso ni en términos temporales, ni en las características determinantes para cada una de las categorías emocionales a reconocer, ni la preponderancia de una u otra salida cognitiva cuando coexisten varias alternativas de categorización (ej. género y determinada emoción).

Como se ha mencionado, diversos componentes electrofisiológicos se han asociado al reconocimiento emocional ya sea temprano N100/P200 (Campanella y cols. 2002; Pourtois, Dan, Grandjean, Sander, y Vuilleumier, 2005) o tardío P300/PSW (Carretié e Iglesias, 1995; Donchin, 1987; Olofsson, Nordin, Sequeira y Polich, 2008). Específicamente el componente N170, se ha postulado como el principal indicador del reconocimiento facial y se ha descrito como un reflejo del reconocimiento global estático de la cara, el cual aparentemente no es sensible a los rasgos cambiantes de la misma (Ashley, Vuilleumier y Swick, 2004; Balconi y Lucchiari, 2005; Vuilleumier y Pourtois, 2007).

En este contexto, el presente estudio se propuso evaluar la influencia que sobre la categorización emocional tendrían dos factores: a) *el grado de definición perceptual*, normalmente relacionado con un despliegue particular y distintivo de la orientación de recursos atencionales (Calvo y Nummenmaa, 2008), a través de la afectación de los rasgos del rostro con el proceso de construcción de morphs y b) *la dificultad de la tarea*, que en el caso de tarea simple versus doble usualmente se reconoce como una manipulación de la carga en memoria de trabajo. En el caso del segundo factor, el diseño de la

tarea doble exigía la inclusión de una condición adicional a la solicitada en la tarea de interés (categorización emocional), que resultara lo suficientemente “automática” como para asumir que se realizara independientemente de la solicitud explícita en la tarea, y que además resultara poco influenciada por la manipulación de los rasgos físicos decisivos para realizar la propia categorización emocional del contenido facial. Dado que la determinación del género de una cara parece cumplir con estas condiciones (Kohler, Turner, Stolar, Bilker, Brensinger y cols., 2004), se utilizó esta asignación como aditivo a la tarea simple (construcción de la tarea doble) y se evaluó de manera independiente para corroborar dichos supuestos.

La tarea de género resultó la de menor complejidad sin mostrar efecto alguno relacionado con la emoción facial. Esto confirma nuestras expectativas respecto a que la categorización de género resulta un proceso automático de bajo nivel como se ha planteado por algunos autores (Mouchetant-Rostaing y Giard, 2003; Kubota e Ito, 2007). De acuerdo a nuestros resultados electrofisiológicos, el procesamiento de categorización de género, tal y como lo reportan Suyama Hoshiyama, Shimizu y Saito (2008) parece estar asociado al componente P200 que alcanza su máxima positividad sobre los 180 ms. Este componente está presente en las restantes tareas de nuestro diseño experimental, lo que parece reforzar la idea de que refleja un proceso automático que ocurre aún cuando el sujeto no tiene que atender al género explícitamente, aunque algunos autores interpretan este componente como parte de un proceso de categorización más general (Mouchetant-Rostaing y Giard, 2003).

En la tarea de género no se observaron diferencias electrofisiológicas sustanciales ante las emociones faciales íntegras (o polares) alegría, enojo y neutra, ni ante las condiciones transformadas (morphs). En esta última, los PRE's mostraron una mayor amplitud en áreas frontales para los componentes N200 y la positividad tardía posterior (PSW) que

podría interpretarse como el resultado de la comparación en línea de los cambios en el estímulo visual percibido.

La tarea de categorización explícita de la emoción facial representa un grado de dificultad atencional mayor que el requerido para la categorización de género, pero menor al necesario para resolver satisfactoriamente la tarea doble según los resultados conductuales obtenidos. En esta tarea el tiempo de reacción promedio fue de 970 ms, resultando más rápida la categorización de la alegría que la del enojo, lo cual es congruente con otros hallazgos de la literatura (Sato, Kubota, Okada, Murai, Yoshikawa y Sengoku, 2002; Batty y Taylor, 2003; Krolak-Salmon, Fischer, Vighetto y Mauguiere, 2001). En este sentido, varios trabajos han reportado que la expresión facial de alegría es más fácil de reconocer que la de enojo, probablemente debido a una mayor estabilidad de los rasgos faciales definitorios de su contenido emocional (Balconi, 2006; Esslen, Pascual-Marqui, Hell, Kochi y Lehmann, 2004). Es probable que este efecto determine que la alegría, como emoción facial, sea más resistente a la degradación perceptual efectuada en nuestro experimento que la expresión de enojo, lo cual parece congruente con los resultados conductuales obtenidos.

Por otra parte, resulta interesante que la categorización sea más rápida y eficiente ante la emoción polar que ante su variante transformada (morph) demostrándose que los polos evaluados (alegría y enojo) no son equivalentes entre sí en términos categoriales. La relación establecida entre los estímulos no es continua o lineal, sino gradual, por lo que pueden determinarse categorías independientes sólo a partir de cierto grado de deformación perceptual. En nuestro experimento, parece suficiente el 60% de definición de rasgos en cualquier sentido (alegre o enojo) para poder realizar una categorización adecuada. Es decir, los presentes hallazgos parecen indicar que la evaluación categorial del contenido emocional de una cara no se establece como un continuum simétrico entre diferentes emociones polares con un centro neutro, sino tal vez como la resultante de una evaluación

ponderada y simultánea de los rasgos contra múltiples representaciones mnésicas previas –a modo de definición categorial preexistente, prototipo o gestalt- cuya salida podría tener una representación binaria, ya sea activadora o inhibidora de toda la serie o cascada de eventos neurales asociados a dicha categorización y su referente contextual ambiental.

Se ha postulado que la información emocional contenida en las expresiones faciales es analizada por la corteza visual y por el núcleo pulvinar del tálamo, probablemente posterior a una evaluación previa, rápida y más burda del estímulo por la amígdala (LeDoux, 1995b; Ohman, Carlsson, Lundqvist e Ingvar, 2007). Sin embargo, también se ha dicho que la información visual que llega al giro cingulado no “lleva” aún especificidad emocional y que esta se establece a partir de la retroalimentación de la corteza prefrontal medial, lo que sugiere la interacción de al menos dos vías paralelas que conllevan información relevante a la categorización emocional.

Durante la tarea de categorización emocional el componente N170 resultó modulado por la emoción polar. Concretamente, la alegría fue la que obtuvo el voltaje más negativo, predominantemente sobre la región temporo-occipital derecha. Además, no se demostraron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la latencia de este componente relacionadas con el tipo de emoción. Sin embargo, el mismo examen de latencia resultó significativo para este componente durante la ejecución de la tarea doble. Esto sugiere que la N170 podría ser influenciada por rasgos emocionales, siempre y cuando estos sean relevantes para el desempeño en la tarea asignada. Más aún, el componente N170 podría reflejar algo más que los procesos de decodificación burda y global de la cara como se ha descrito tradicionalmente (Eimer, 2000; Pizagalli, 2002). De hecho, la corteza occipito-temporal, el área facial fusiforme (OFA) y el giro fusiforme se han señalado como los principales generadores de la respuesta neural ante el reconocimiento facial que sustenta la aparición de N170, no

obstante, se postula que su participación no es exclusiva del reconocimiento facial ya que también se activan ante otros estímulos visuales (Bentin y Deouell, 2000; Bentin y cols., 1996; citados por Pizagalli, 2002).

Basados en nuestros resultados, cabría especular que N170 podría ser un reflejo de la magnitud y duración de los recursos cognitivos empleados en el reconocimiento de los rasgos estables del rostro (si la tarea no implica determinar el contenido emocional o no lo permite por la desaparición rápida o poco definida del mismo) además de aquellos empleados en realizar el procesamiento holístico que –siguiendo a Harnard, 1987- permita comparar los rasgos cambiantes del rostro a analizar, respecto a los prototipos mentales preactivados por la naturaleza de la tarea. En este caso, la mayor latencia de N170 para la alegría respecto a la neutra durante la tarea doble podría representar la movilización extraordinaria de recursos cognitivos que implica diferenciar un contenido emocional facial particular respecto a una expresión neutra.

Los resultados de experimentos previos efectuados en nuestro laboratorio González-Garrido, Ramos-Loyo, Gómez-Velázquez, Alvelais-Alarcón y de la Serna Tuya (2007), habían sugerido que la evaluación del contenido emocional facial parecía vincularse con la relevancia de dicha valoración para el cumplimiento de una tarea cognitiva simultánea, donde la presentación breve de estímulos faciales irrelevantes competía de tal modo por la asignación de recursos atencionales que atenuaba, enmascaraba o de hecho impedía el proceso de apreciación emocional concurrente, habitualmente señalado como “automático”. Aquellos resultados fueron interpretados en el sentido de que es posible que la decodificación estructural facial –de la cual depende el juicio sobre su contenido emocional sea consecuencia –en alguna medida- de la interacción funcional de 2 vías (subcortical y cortical) mismas que habían sido consideradas

anteriormente por LeDoux (1995b); como relativamente independientes.

Se sabe que la percepción, decodificación, discriminación, categorización e integración de la información están íntimamente vinculadas al estado y disponibilidad de los recursos atencionales y de memoria.

Si consideramos que la categorización emocional se inicia con el reconocimiento perceptual del estímulo entrante y su comparación simultánea (en memoria de trabajo, particularmente en el buffer episódico según el modelo de Baddeley, 2000) con una representación mnésica previa; entonces cabría esperar que la categorización de un estímulo íntegro (bien definido) se realizara a través de un mecanismo expedito y relativamente rápido con predominio *bottom-up*, en relación con aquella resultante de una mayor dificultad perceptual (ej. al difuminar los rasgos del estímulo; morph). Esta última podría asociarse a un procesamiento menos susceptible de automatización, con mayores demandas de atención y memoria de trabajo, lo que a su vez, implicaría un probable predominio de mecanismos más lentos y elaborados (predominio *top-down*).

La categorización de los morphs más cercanos a la emoción polar, es decir, aquellos con grados de 80% ó 20% de transformación, no se diferenció significativamente del reconocimiento conductual de las emociones polares, como ocurrió en las transformaciones más radicales (60 y 40%). Esto podría reflejar la probable existencia de límites particulares para lograr una categorización eficiente en cada emoción. Este hallazgo, además, sugiere la presencia de diferencias escalares en la representación mental del patrón conceptual de cada emoción y por tanto un valor distinto a las asociaciones perceptuales a considerar en cada subtipo, lo que parece concordar con algunos hallazgos previos (Dailey, Cottrell, Padgett y Adolphs, 2002).

Ante el cuestionamiento acerca de como ocurre la categorización emocional en el dominio del tiempo, los resultados de los PRE's durante la ejecución de esta tarea mostraron (en regiones frontales) una secuencia típica que inicia con cambios entre 110 y 180 ms (N1/P1; probablemente asociados a la detección y evaluación temprana del estímulo y sus rasgos globales). En este lapso debe incluirse el procesamiento de los rasgos emocionales, seguidos por los cambios observados sobre los 270 ms probablemente relacionados con el procesamiento de los rasgos más distintivos, imprescindibles para poder realizar una categorización más compleja.

Alrededor de los 360 ms se inicia un cambio referencial que culmina en una positividad con pico máximo sobre los 550 ms, lo cual parece representar una positividad lenta tardía probable análoga a PSW, componente que se ha relacionado en la literatura con procesamientos cognitivos de alto nivel y que se ha descrito como susceptible a modulaciones por efecto de la emoción. (Carretié, Mercado y Tapia, 2001; Donchin, 1987; Heller, 1993; Palermo y Rhodes, 2007; Rockstroh, Elbert, Canavan, Lutzenberger y Birbaumer, 1989). La PSW, en este caso, tal vez refleje la magnitud de los recursos cognitivos empleados como función de la relevancia informativa del estímulo presentado.

Se ha postulado que el procesamiento categorial está asociado con mecanismos de asociación e integración en áreas frontales (Batty y Taylor, 2003; Palermo y Rhodes, 2007). La participación de los sistemas de distribución atencional y análisis simultáneos de la información que subyacen al procesamiento intrínseco a la tarea solicitada en nuestro experimento y cuya distribución neural descansa en regiones frontales (en particular de la corteza prefrontal) parecen sustentar nuestros hallazgos de cambios de voltaje observables en los PRE's desde antes de 180 ms posteriores a la aparición del estímulo.

En el caso de la tarea doble, la noción de que posee un mayor grado de dificultad dada su mayor demanda de recursos atentos y de memoria de trabajo, resultó confirmada por los resultados conductuales, especialmente debido al significativo incremento (en todas las condiciones) de los tiempos para su ejecución. En esta tarea el diseño experimental pretendía incrementar el nivel de demanda cognitiva, tanto por el aumento en la carga de memoria como en la mayor dificultad perceptual de los estímulos, hipotetizándose una maximización de las diferencias entre los distintos subestados. Nuestros resultados conductuales confirmaron este supuesto, encontrándose que las máximas diferencias respecto al tipo de respuestas y sus tiempos de reacción correspondieron a la ejecución de la tarea doble. Sin embargo, sólo los componentes N200 y P360 mostraron diferencias significativas relacionadas con el efecto de la emoción en la tarea dual.

La modulación observada en el componente N200 se relacionó con el efecto de las emociones polares, siendo la alegría la que alcanzó el voltaje más negativo. El componente N200 alcanzó su pico máximo a los 240 ms, predominantemente sobre vértex, lo que se interpreta como un reflejo de la probable integración del estímulo visual emocional, aún cuando la atención en esta tarea está dividida por la categorización doble solicitada. Estudios previos han evidenciado que las expresiones emocionales como miedo y alegría desarrollan una negatividad más amplia alrededor de los 270 ms, comparados con la amplitud generada por las expresiones neutras. Según Sato y cols. (2001), este componente parece estar sintonizado con actividad positiva en áreas frontales y se ha concluido que esta actividad incrementada ante los estímulos emocionales podría ser un reflejo de las múltiples conexiones reentrantes amigdalinas lo que podría explicar nuestros hallazgos.

En la tarea doble también se obtuvieron diferencias de voltaje significativas entre los diferentes niveles de degradación de enojo

alrededor de los 360 ms. Como se había planteado anteriormente, la alegría representa una emoción más fácilmente reconocible por los individuos por lo que se podrían anticipar cambios electrofisiológicos más tempranos (N2). Sin embargo, aquellos componentes que reflejen el esfuerzo cognitivo desplegado en la tarea deberían entonces resultar más prominentes en las condiciones más complejas lo que corresponde en nuestro caso al enojo. En este sentido, la degradación perceptual (morphs) podría afectar más a esta condición (enojo) y por ende al componente P360 como parece suceder en nuestro caso.

La positividad lenta tardía con máximo voltaje sobre los 550 ms, no resultó estadísticamente sensible al efecto de las emociones aunque mostró una clara tendencia a exhibir (para el caso de la tarea doble) una mayor amplitud de voltaje en las condiciones emocionalmente valentes (alegría y enojo) respecto a la neutra. Este tipo de componentes positivos tardíos se han relacionado, en general, con la cantidad de recursos de memoria empleados para el procesamiento cognitivo, lo cual no parece explicar, al menos completamente, la diferencia observada entre la condición neutra (menor amplitud) y las condiciones emocionalmente valentes. Sin embargo, una explicación alternativa podría ser que esta PSW representa un reflejo del curso temporal de la evaluación cognitiva, donde si no se puede estimar "a priori" la existencia de un patrón emocional diferente al neutro en el estímulo entrante, se produzca una desincronización ("reset") temprano del curso de activación de los recursos atencionales y de memoria destinados a evaluar diferencialmente el tipo de emoción contenida en la cara presentada. En este sentido, la caída temprana en la amplitud del componente correspondería a los estímulos faciales sin valencia emocionalmente significativa (caras neutras) como sucedió en nuestro caso.

En resumen, el presente diseño nos permitió demostrar que la definición perceptual influye significativamente en la categorización emocional, determinando cambios graduales en la exactitud de la

ejecución y que estos son diferentes para 2 emociones específicas: alegría y enojo, respecto a la condición neutra. En ninguno de los casos fue posible obtener una relación lineal entre el grado de transformación perceptual y el tipo de respuesta. Esto parece sugerir que el cambio en la percepción sobre la calidad de la representación física de la emoción facial no es continuo como ocurre al aplicar el método de transformación o morph. Además, como se había propuesto antes en la literatura, la alegría constituyó la categoría de más fácil reconocimiento con cambios electrofisiológicos demostrables asociados.

El presente diseño también permitió demostrar que una mayor dificultad en la tarea relacionada con grado más alto de carga en memoria, interfirió con el tiempo de ejecución más que con la exactitud en el tipo de respuesta. Esto podría deberse parcialmente a la dificultad en el modo de respuesta -por tener más alternativas- lo que permite considerar que la carga en memoria debería ser aún mucho mayor para poder interferir sustancialmente estos procesos (categorización emocional y de género) habitualmente considerados como de realización "automática" al aparecer un rostro en el contexto ambiental del individuo. A pesar de esta limitante del diseño, el incremento de carga permitió exhibir diferencias electrofisiológicas como las discutidas para el componente N170, que de otro modo habrían sido enmascaradas si la tarea doble no hubiese resultado suficientemente compleja.

### **Conclusiones**

Los presentes hallazgos proporcionan información acerca de la interacción dinámica de los procesamientos tipo *top-down* y *bottom-up* en el reconocimiento emocional facial, en el sentido de que sus interacciones parecen estar moduladas tanto por las características físicas del estímulo facial, así como por las demandas cognitivas de la tarea. La dinámica de estos factores no está representada en los modelos teóricos actuales y aunque nuestros resultados parecen

sugerir una dirección a considerar, se requerirán estudios adicionales para poder replantear todo el esquema teórico que sustenta el procesamiento emocional facial, considerando como variables la activación del estímulo y la demanda de la tarea.

## REFERENCIAS

- Adolphs, R., Damasio, A., Damasio, H. y Tranel, D. (1996). Cortical Systems for the Recognition of Emotion in Facial Expressions. *The Journal of Neuroscience*, 16(23), 7678–7687.
- Adolphs, R., Tranel, D., y Damasio, A.R. (1998). The human amygdala in social judgment. *Nature*, 393, 470-474.
- Adolphs, R., Tranel, D., Hamann, S., Young, A.W., Calder, A.J., Phelps, E., Anderson, A., Lee, G.P. y Damasio, A.R. (1999). Recognition of facial emotion in nine individuals with bilateral amygdala damage. *Neuropsychologia*, 37, 1111-1117.
- Adolphs, R. (2002). Neural systems for recognizing emotion. *Current opinion in Neurobiology*, 12,2, 169-177.
- Adolphs, R. (2007). Looking at other people: mechanisms for social perception revealed in subjects with focal amygdala damage, 2006 *Empathy and Fairness*. Wiley, Chichester (Novartis Foundation Symposium, 278 p 145–163.
- Aftanas, L., Varlamov, A., Pavlov, S., Makhnev, V. y Reva, N. (2001). Affective picture processing: event-related synchronization within individually defined human theta band is modulated by valence dimension. *Neuroscience Letters*, 303, 115–118.
- Aggleton, J.P. y Young, A.W. (2000). *The enigma of the amygdala: on its contribution to human emotion*. En R. D. Lane y L. Nadel (Ed.), *Cognitive Neuroscience of Emotion*. (pp. 106-128). New York, E.U.: Oxford University Press.
- Aizpurua, I., Ortiz, A., Oyarzun, D., Arizkuren, I., Andres, A.C., Posada, J. y Iurgel, I. (2004). Adaptation of mesh morphing techniques for avatars used in web applications. *Articulated Motion and Deformable Objects, Proceedings Lecture Notes in Computer Science*, 3179, 26-38.
- Amaral, D.G., y Price, J.L. (1984). Amygdalo-cortical projections in the monkey (*Macaco fascicularis*). *The Journal of Comparative Neurology*, 20, 230,(4), 465-496.

- Arbib, M.A. y Fellous, J.-M. (2004). Emotions: from brain to robot. *Cognitive Sciences*, 8(12), 554-561.
- Armony, J.L. y Dolan, R.J. (2002). Modulation of spatial attention by fear-conditioned stimuli: an event-related fMRI study, *Neuropsychologia*, 40(7), 817-826.
- Ashby, F.G., Isen, A.M. y Turken, A.U. (1999). A neuropsychological theory of positive affect and its influence on cognition: *Psychological Review*, 106(3), 529-550.
- Ashley, V., Vuilleumier, P. y Swick, D. (2004). Time course and specificity of event-related potentials to emotional expressions. *Neuroreport*, 15(1), 211-216.
- Baddeley, A. (1996). The fractionation of working memory. *Proceeding of the National Academic Sciences of the United States of America*, 93, 13468-13472.
- Baddeley, A (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in cognitive sciences* 4(11), 417-422.
- Balconi, M., y Pozzoli, U. (2003). Face-selective processing and the effect of pleasant and unpleasant emotional expressions on ERP correlates, *International Journal of Psychophysiology*, 49(1), 67-74.
- Balconi, M. y Lucchiari, C. (2005). Event-related potentials related to normal and morphed emotional faces. *Journal of Psychology*, 139(2), 176-192.
- Balconi M. (2006). Exploring consciousness in emotional face decoding: an event-related potential analysis. *Genetic, Social, and General Psychology Monographs*. 132(2), 129-150.
- Baker, S.C., Frith, C.D. y Dolan, R.J. (1997). The interaction between mood and cognitive function studied with PET. *Psychological Medicine*, 27, 565 – 578.
- Bar, M. (2003). A cortical mechanism for triggering top- down facilitation in visual object recognition. *Journal of Cognitive. Neuroscience*, 15, 600–609.

- Batty, M. y Taylor, M. J. (2003). Early processing of the six basic facial emotional expressions. *Cognitive Brain Research*, 17(3), 613–620.
- Batty, M. y Taylor, M.J. (2006). The development of emotional face processing during childhood. *Developmental Science*, 9(2), 207–220.
- Bernsron, G., Sarter, M. y Cacciopo, J. (2003). Ascending visceral regulation of cortical affective information processing. *European Journal of Neuroscience*, 18, 2103-2109.
- Beaver, J.D., Mogg, K. y Bradley, B.P. (2005). Emotional conditioning to masked stimuli and modulation of visuospatial attention. *Emotion*, 5(1), 67-79.
- Bimler, D. y Kirkland, J. (2001). Categorical perception of facial expressions of emotion: Evidence from multidimensional scaling. *Cognition and Emotion*, 15(5), 633-658.
- Birbaumer, N., Elbert, T., Canavan. A.G., y Rockstroh, B. (1990). Slow potentials of the cerebral cortex and behavior. *Physiological Reviews*, 70(1), 1-41.
- Blair, R.J., Morris, J.S., Frith, C.D., Pret, D.I. y Dolan, R.J. (1999). Dissociable neural responses to facial expressions of sadness and anger. *Brain*, 122, 883-893.
- Bornstein, R.F. (1989). Exposure and affect: Overview and meta-analysis of research, 1968-1987. *Psychological Bulletin*, 106(2), 265-289.
- Bornstein, R.F., y D'Agostino, R. (1992). Stimulus recognition and the mere exposure effect. *Journal of Personality and Social Psychology*, 4, 545-552 .
- Bornstein, R.F. y D'Agostino, R. (1994). The attribution and discounting of perceptual fluency: Preliminary tests of a perceptual fluency/attributional model of the mere exposure effect. *Social Cognition*, 12(2), 103-128.
- Bornstein, R.F., Kale, A.R., y Cornell, K.R. (1990). Boredom as a limiting on the mere exposure effect. *Journal of personality and Social Psychology*, 58(5), 791-800.

- Bradley, M., Hauk, O., Rockstro, B., y Lang, P.L.(2002). Large-scale neural correlates of affective picture processing. *Psychophysiology*, 39, 641-649.
- Breen, N., Caine, D. y Coltheart, M. (2000). Models of face recognition and delusional misidentification: a critical review. *Journal of Cognitive Neuropsychology*. 17, 55–71.
- Breiter, H.C., Etcoff, N.L., Whalen, P.J., Kennedy, W.A., Rauch, S.L., Buckner, R.L., Strauss, M.M., Hyman, S.E. y Rosen, B.R. (1996). Response and habituation of the human amygdala during visual processing of facial expression. *Neuron*, 17, 875 – 887.
- Bruce, V. y Young, A. (1986). Understanding face recognition. *British journal of Psychology*, 305-27.
- Cacioppo, J.T. y Berntson, G.G. (1994). Relationship between attitudes and evaluative space: A critical review, with emphasis on the separability of positive and negative substrates. *Psychological Bulletin*, 115(3), 401-423.
- Cacioppo, J.T., Crites, S.L., y Gardner, W.L. (1996). Attitudes to the Right: Evaluative Processing Is Associated With Lateralized Late Positive Event. *Personality and social psychology bulletin*, 22, (12), 1205-1219.
- Calder, A. y Young, A. (1996). Categorical perception of morphed facial expressions, *Visual Cognition*, 3, 81-117.
- Calder, A.J., Burton, A.M., Miller, P., Young, A.W. y Akamatsu, S. (2001). A principal component analysis of facial expressions. *Vision Research*, 41(9), 1179-1208.
- Calvo, M.G., Nummenmaa, L. (2008). Detection of emotional faces: salient physical features guide effective visual search. *Journal of Experimental Psychology. General*, 137(3), 471-94.
- Campanella, S., Hanoteau, C., Dépy, D., Rossion, B., Bruyer, R., Crommelinck, M. y Guérit, J.M. (2000). Right N170 modulation in a face discrimination task: an account for categorical perception of familiar faces. *Psychophysiology*, 37, 796 – 806.

- Campanella, S. (2001). Categorical perception of facial gender information: Behavioral evidence and the face-space metaphor, *Visual Cognition*, 8, 237-262.
- Campanella, S., Quinet, P., Bruyer, R., Crommelinck, M. y Guerit, J.M. (2002). Categorical perception of happiness and fear facial expressions: an ERP study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 14(2), 210-227.
- Canli, T., Desmond, J.E., Zhao, Z., Glover, G. y Gabrieli, J.D. (1998). Hemispheric asymmetry for emotional stimuli detected with fMRI. *Neuropsychology Report*, 9, 3233 – 3239.
- Canli, T., Desmond, J.E., Zhao, Z. y Gabrieli, J.D.E. (2002). Sex differences in the neural basis of emotional memories. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 99, 10789 – 10794.
- Carretié, L., e Iglesias, J. (1995). An ERP study on the specificity of facial expression processing. *International Journal of Psychophysiology*, 19(3), 183–192.
- Carretié, L., Mercado, F. y Tapia, M. (2001). Actividad cerebral humana en respuesta a estímulos visuales emocionales: debates abiertos y datos recientes. *Revista de Neurología*, 33, 973 – 979.
- Carretié, L., Mercado, F. y Tapia, M. (2004). Automatic Attention to Emotional Stimuli: Neural Correlates *Human Brain Mapping*, (22), 290 –299.
- Carretié, L., Mercado, F. y Tapia, M. (2006). Neural response to sustained affective visual stimulation using an indirect task. *Experimental Brain Research*, 174, 630-637.
- Cuthbert, B.N., Schupp, H.T., Bradley, M.M., Birbaumer, N. y Lang, P.J. (2000). Brain potentials in affective picture processing: Covariation with autonomic arousal and affective report. *Biological Psychology*, 52, 95 – 111.
- Corbetta, M. y Shulman, G. L. (2002). Control of goal-directed and stimulus driven attention in the brain. *Nature Reviews: Neuroscience*, 3, 201–215.

- Dalgleish, T. (2004). The emotional brain. *Cortex. Nature reviews neuroscience*, 5, 583-589.
- Dailey, M. N.; Cottrell, G.W.; Padgett, C.; Adolphs, R. (2002). EMPATH: a neural network that categorizes facial expressions. *Journal of Cognitive Neurosciences*, 14(8),1158-73.
- Damasio, A.R. (1994). *Descartes' Error: Emotion, Reason and the Human Brain*. New York, E.U. : Putnam.
- Damasio, A.R., Grabowski, T.J., Bechara, A., Damasio, H., Ponto, L.L., Parvizi, J. y Hichwa, R.D. (2000). Subcortical and cortical brain activity during the feeling of self-generated emotions. *Natural Neuroscience*, 3, 1049 – 1056.
- Davis, M. y Whalen P.J. (2001). The amygdala: vigilance and emotion. *Molecular psychiatry*,6(1),13-34.
- Davidson, R.J. (1984). *Affect, cognition and hemispheric specialization*. En C.E. Izard, J. Kagan y R. Zajonc (Eds.) *Emotion, cognition and behavior*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Davidson, R.J. (1992). Emotion and affective style: hemispheric substrates. *Psychological Science*, 3, 39 – 43.
- Davidson, R.J. (1998). Affective style and affective disorders: perspectives from affective neuroscience. *Cognition and Emotion*, 12, 307 – 330.
- Davidson, R.J. e Irwin, W. (1999). The functional neuroanatomy of emotion and affective style. *Trends in Cognitive Science*, 3, 11 – 21.
- Davidson, R.J., Scherer, K.R. y Goldsmith, H. H.(2003). *Handbook of Affective Sciences*. E.U.: Oxford University Press.
- Dolan, R.J., Fletcher, P., Morris, J., Kapur, N., Deakin, J.F. y Frith, C.D. (1996). Neural activation during covert processing of positive emotional facial expressions. *NeuroImage*, 4, 194 – 200.
- Dolan, R.J. (2002). Emotion, cognition, and behavior. *Science*, 298, 1191–1194.

- De Houwer, J., Hermans, D. y Eelen, P. (1998). Affective and identity priming with episodically associated stimuli. *Cognition and Emotion*, 12(2), 145-169.
- Desimone, R., y J Duncan, J. (1995). Mechanisms of selective visual attention. *Annual Reviews in Neuroscience*, 18, 193-222.
- Donchin, E. (1987). *The P300 as a metric of mental workload*. En R.J. Ellingson, N.M.F. Murray y A.M. Halliday (Eds.), *The London Symposia* (pp. 338-343). Amsterdam: Elsevier.
- Drevets, W. C. y Raichle, M. E. (1998). Reciprocal suppression of regional cerebral blood flow during emotional versus higher cognitive processes: Implications for interactions between emotion and cognition. *Cognition and Emotion*, 12(3), 353-385.
- Eimer, M. (2000). The face-specific N170 component reflects late stages in the structural encoding of faces. *Neuroreport*, 11(10), 2319-24
- Ekman, P. y Friesen, W.V. (1976). *Pictures of Facial Affect*. Consulting Psychologist Press, Palo Alto, CA.
- Ekman, P., Levenson, R.W., y Friesen, W.V. (1983). Autonomic nervous system activity distinguishes among emotions. *Science*, 221, (4616), 1208-1210.
- Ekman, P. (1999). Facial expressions. En T. Dalgleish y M. Power. (Eds.), *Handbook of Cognition and Emotion* (pp. 45-60). U.K.: John Wiley and Sons Ltd.
- Elliot, R., y Dolan, R.J. (1998). Activation of different anterior cingulate foci in association with hypothesis testing and response selection. *Neuroimage*, 8, 17-29.
- Ellis, H.D. y Lewis, M.B. (2001). Capgras delusion: a window on face recognition. *Trends in cognitive sciences*. 5 (4).
- Esslen, M., Pascual-Marqui, R.D., Hell, D., Kochi, K. y Lehmann, D. (2004). Brain areas and time course of emotional processing. *Neuroimage*, 21(4), 1189-1203.
- Etcoff, N. L. y Magee, J. (1992). Categorical perception of facial expressions. *Cognition*, 44, 227-240.

- Freedman, D.J., Riesenhuber, M., Poggio, T. y Miller, E.K. (2003). A comparison of primate prefrontal and inferior temporal cortices during visual categorization. *Journal of Neuroscience*, 23(12), 5235 – 5246.
- Garavan, H., Pendergrass, J.C., Ross, T.J., Stein, E.A. y Risinger, R.C. (2001). Amygdala response to both positively and negatively valenced stimuli. *Neuroreport*, 12, 2779 – 2783.
- Gathercole, S.E. (1999) Cognitive approaches to the development of short-term memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 3, 410–419.
- George, M.S., Ketter, T.A., Parekh, P.I., Horwitz, B., Herscovitch, P. y Post, R.M. (1995). Brain activity during transient sadness and happiness in healthy women. *American Journal of Psychiatry*, 152, 341 – 351.
- González-Garrido, A.A., Ramos-Loyo, J., López-Franco, A.L., Gómez-Velázquez, F.R. (2009) Visual processing in a facial emotional context: An ERP study. *International Journal of Psychophysiology*, 71(1), 25-30.
- González-Garrido, A.A., Ramos-Loyo, J., Gómez-Velázquez, F.R., Alvelais Alarcón, M., de la Serna Tuya, J.M. (2007). Visual verbal working memory processing may be interfered by previously seen faces. *International Journal of Psychophysiology*, 65(2), 141-51.
- Granato, P. y Bruyer, R. (2002). Measurement of the perception of facially expressed emotions by a computerized device: method of analysis and research for the integration of emotions (MARIE). *European Psychiatry*, 17(6), 339-348.
- Gray, J. R., Braver, T. S. y Raichle, M. E. (2002). Integration of emotion and cognition in the lateral prefrontal cortex. *Proceedings of the National Academy of Science*, 99(6), 4115–4120.
- Greenwald, A.G., Klinger, M.R., y Liu, Th.J. (1989). Unconscious processing of dichoptically masked words. *Memory and Cognition*, 17, 35-47.

- Hariri, A. R., Bookheimer, S. Y. y Mazziotta, J. C. (2000). Modulating emotional responses: Effects of a neocortical network on the limbic system. *NeuroReport*, 11, 43-48.
- Harnad, S. (1987). *Psychophysical and cognitive aspects of categorical perception: A critical overview*. (cap. I). New York, E.U.: Cambridge University Press.
- Hammerl, M., Bloch, M., y Silverthorne, C.P. (1997). Effects of US-alone presentations on human evaluative conditioning. *Learning and Motivation*, 28(4), 491-509.
- Heller, W. (1993). Neuropsychological mechanisms of individual differences in emotion, personality and arousal. *Neuropsychology*, 7, 476 - 489.
- Heller, W. y Nitschke, J.B. (1998). The puzzle of regional brain activity in depression and anxiety: *The importance of subtypes and comorbidity*. *Cognition and Emotion*, 12, 4.
- Higgins, E.T. (1997). Beyond pleasure and pain. *The American Psychologist*, 52(12), 1280-1300.
- Holmes, A.; Vuilleumier, P. y Eimer, M. (2003). The processing of emotional facial expression is gated by spatial attention: evidence from event-related brain potentials. *Cognition Brain Research*, 16(2), 174-84.
- Ito, T.A. y Urland, G. (2005). The influence of processing objectives on the perception of faces: an ERP study of race and gender perception, *Cognitive Affective and Behavior Neuroscience*, 5(1); 21-36.
- Ito, T.A., Larsen J.T., Smith N.K. y Cacioppo J.T. (1998). Negative information weighs more heavily on the brain: the negativity bias in evaluative categorizations. *Journal of Personality and Social Psychology*, 75(4), 887-900.
- Irwin, W., Davidson, R.J., Lowe, M.J., Mock, B.J., Sorenson, J.A., y Turski, P. (1996). Human amygdala activation detected with echo-planar functional magnetic resonance imaging. *Neuroreport*, 7, 1765-1769.

- Iversen, S., Kupfermann, I. y Kandel, E. (2000). *Principles of Neural Science* (pp.983-997). E.U.: McGraw-Hill.
- Izard, C. (1992). Basic emotions, relations among emotions, and emotions-cognition relations. *Psychological Review*, 99, 561-565.
- Kahkonen, S., Makinen, V., Jaaskelainen, I.P., Pennanen, S., Liesivuori, J. y Ahveninen, J. (2005). Serotonergic modulation of mismatch negativity. *Psychiatry Research*, 138(1), 61 – 74.
- Kemp, A.H., Gray, M.A., Eide, P., Silberstein, R.B. y Nathan, P.J. (2002). Steady-state visually evoked potential topography during processing of emotional valence in healthy subjects. *Neuroimage*, 17, 1684 – 1692.
- Kensinger, E. y Corkin. (2004). Two routes to emotional memory: Distinct neural processes for valence and arousal. *Cognitive, affective & behavioral neuroscience*, 10(9), 3310-3315.
- Kessler, H., Hoffmann, H., Bayerl, P., Neumann, H., Basic, A., Deighton, R.M. y Traue, H.C. (2005). Measuring emotion recognition with computer morphing: New methods for research and clinical practice. *Nervenheilkunde*, 24(7), 611-614.
- Kimura, M., Katayama, J. y Murohashi, H. (2005). Neural correlates of pre-attentive and attentive processing of visual changes. *Neuroreport*, 16 (18), 2061-4.
- Kikutani, M., Roberson, D. y Hanley, J.R. (2008). What's in the name? Categorical perception for unfamiliar faces can occur through labeling. *Psychonomic Bulletin & Review*, 15 (4), 787-794.
- Kindt, M. y Brosschot, J.F. (1999). Cognitive bias in spider-phobic children: Comparison of a pictorial and a linguistic spider Stroop. *Journal of Psychopathology and Behavioral Assessment*, 21, 207-220.
- Kohler, C.G., Turner, T., Stolar, N.M., Bilker, W.B., Brensinger, C.M., Gur, R.E. y Gur, R.C. (2004). Differences in facial expressions of four universal emotions. *Psychiatry Research*, 30; 128(3), 235-44.
- Krolak-Salmon, P., Fischer, H., Vighetto, A., y Mauguiere, F. (2001). Processing of facial emotional expression: Spatio-temporal data

- as assessed by scalp event-related potentials. *European Journal of Neuroscience*, 13, 987–994.
- Ku, J., Jang, H.J., Kim, K.U., Kim, J.H., Park, S.H., Lee, J.H., Kim, J.J., Kim, I.Y. y Kim, S.I. (2005). Experimental results of affective valence and arousal to avatar's facial expressions. *Cyberpsychology and Behavior*, 8(5), 493-503.
- Kubota, J., e Ito, T. A. (2007). Multiple Cues in Social Perception: The Time Course of Processing Race and Facial Expression. *Journal of experimental social psychology*. 43(5), 738–752.
- Kunst-Wilson, W.R. y Zajonc, R.B. (1980). Affective discrimination of stimuli that cannot be recognized. *Science*, 207, 557-558.
- Lane, R.D., Reiman, E.M., Ahern, G.L., Schwartz, G.E. y Davidson, R.J. (1997). Neuroanatomical correlates of happiness, sadness, and disgust. *American Journal of Psychiatry*, 154, 929 – 933.
- Lane, R.D., Reiman, E.M., Axelrod, B., Yun, L.-S., Holmes, A. y Schwartz, G.E. (1998). Neural correlates of levels of emotional awareness. Evidence of an interaction between emotion and attention in the anterior cingulate cortex. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 10, 525 – 535.
- Lane, R.D., Chua, P.M. y Dolan, R.J., (1999). Common effects of emotional valence, arousal and attention on neural activation during visual processing of pictures. *Neuropsychologia*, 37, 989-997.
- Lane, R.D. y Nadel, L. (2000). *Cognitive Neuroscience of Emotion*. E.U.: Oxford university press.
- Lang, P.J., Bradley, M.M. y Cuthbert, B.N.(1990). Emotion, attention, and the startle reflex. *Psychological Review*, 97(3),377-395.
- Lang, P., Bradley, M.M., y Cuthbert, B.N. (1997a). *Motivated attention: affect, activation, and action*. En P.J. Lang, R.F. Simons y M.T. Balaban (Eds.) *Attention and orienting: sensory and motivational processes*. (pp. 97-135) Mahwah NJ: Erlbaum.
- Lang, P., Bradley, M.M., y Cuthbert, B.N. (1997b). *International Affective Picture System (IAPS): Technical Manual and Affective Ratings*. Florida: NIH Center for Emotion and Attention (CSEA).

- LeDoux, J. E. (1995a). Emotional networks and motor control: a fearful view. *Progress in Brain Research*, 107, 437-46.
- LeDoux, J.E. (1995b). Emotion: Clues from the brain. *Annual Review Psychology*, 46, 209-235.
- LeDoux, J.E. (2000). Emotion Circuits in the Brain. *Annual Reviews in Neuroscience*, 23, 155-184.
- Levenson, R. W. (1992). Autonomic nervous system differences among emotions. *Psychological Science*, 3(1), 23-27.
- Levenson, R.W. (2003). Blood, sweat, and fears: the automatic architecture of emotion. *Annual of New York Academic Science*, 1000, 348-366.
- Levin, J.M., Ross, M.H. y Renshaw, P.F. (1995). Clinical applications of functional MRI in neuropsychiatry. *Journal of Neuropsychiatry*, 7(4), 511- 522.
- Maddock, R.J., Garrett, A.S., y Buonocore, M.H. (2003). Posterior cingulate cortex activation by emotional words: fMRI evidence from a valence decision task. *Human Brain Mapping*, 18(1), 30-41.
- Mikhailova, E.S. y Bogomolova, I.V. (2000). Evoked Cerebral Cortex Activity in the Human Brain in Conditions of the Active and passive perception of facial expressions. *Neuroscience and Behavioral Physiology*, 30, 6, 679-685.
- Maratos, E.J., Allan, K., y Rugg, M.D. (2000). Recognition memory for emotionally negative and neutral words: an ERP study. *Neuropsychologia*, 38, (11), 1452-1465.
- Mogg, K., Bradley, B.P., De Bono, J., y Painter, M. (1997). Time course of attentional bias for threat information in non-clinical anxiety. *Behaviour Research and Therapy*, 35(4), 297-303.
- Mogg, K., McNamara, J., Powys, M., Rawlinson, H., Seiffer, A. y Bradley, B.P. (2000). Selective attention to threat: A test of two cognitive models of anxiety. *Cognition and Emotion*, 14, 375-399.
- Montagne, B., Van Honk, J., Kessels, R.P.C., Frigerio, E., Burt, M., Van Zandvoort, M.J.E., Perrett, D.I. y de Haan, E.H.F. (2005). Reduced efficiency in recognising fear in subjects scoring high

on psychopathic personality characteristics. *Personality and Individual Differences*, 38(1), 5-11.

- Morris, J.S., Frith, C.D., Perrett, D.I., Rowland, D., Young, A.W., Calder, A.J., y Dolan, R.J. (1996). A differential neural response in the human amygdale to fearful and happy facial expressions. *Nature*, 383, 812-815.
- Morris, J.S., Öhman, A., y Dolan, R.J. (1998). Conscious and unconscious emotional learning in the human amygdala. *Nature*, 393, 467-470.
- Mouchetant-Rostaing, Y. y Giard, M.H. (2003). Electrophysiological Correlates of Age and Gender Perception on Human Faces. *Journal of Cognitive Neuroscience* 15(6), 900-910.
- Naumann, E., Maier, S., Diedrich, O., Becker, G. y Bartussek, D. (1996). Structural, semantic and emotion-focused processing of neutral and negative nouns: Event-related potential correlates. *Journal of Psychophysiology*, 11, 158 - 172.
- Naumann, E., Bartussek, D., Diedrich, O. y Laufer. (1992). Assessing cognitive and affective information processing functions of the brain by means of the late positive complex of the event-related potential. *Journal of Psychophysiology*, 6, 285 - 295.
- Öhman, A., Flykt, A. y Esteves, F. (2001). Emotion drives attention: Detecting the snake in the grass. *Journal of Experimental Psychology General*, 130, 466-478.
- Ohman A, Carlsson K, Lundqvist D. e Ingvar M. (2007). On the unconscious subcortical origin of human fear. *Physiological Behavior* 92(1-2),180-185. May 25.
- Olofsson J.K., Nordin, S., Sequeira, H. y Polich, J. (2008). Affective picture processing: an integrative review of ERP findings, *Biological Psychology*. 77(3), 247-65.
- Palermo, R. y Rhodes, G. (2007). Are you always on my mind? A review of how face perception and attention interact. *Journal of Neurophysiology*, 45, 75-92.

- Palmer, F. (1997). Emoción. Breve reseña del papel de la cognición y el estado afectivo. *Revista Electrónica de Motivación y Emoción*. Vol.2, 2-3. recuperado de [www.reme.uji.es](http://www.reme.uji.es).
- Pankseep, J. (1998). *Affective Neuroscience: the foundations of human and animal emotions*. New York , E.U. : Oxford University Press.
- Pardo, J.V., Pardo, P.J. y Raichle, M.E. (1993). Neural correlates of self-induced dysphoria. *American Journal of Psychiatry*, 150, 713 – 719.
- Perlstein, W.M., Elbert, T. y Stenger, V.A. (2002). Dissociation in human prefrontal cortex of affective influences on working memory-related activity. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 99, 1763-1741.
- Pessoa, L. Kastner S, Ungerleider, L.G. (2002). Attentional control of the processing of neural and emotional stimuli. *Cognitive brain research*, 15(1), 31-45.
- Philiastides, M., Ratcliff, R., y Sajda, P. (2006). Neural representation of task difficulty and decision making during perceptual categorization: A timing diagram. *Journal Neuroscience*, 26, (35), 8965-8975.
- Phillips, M.L., Young, A.W., Senior, C., Brammer, M., Andrew, C., Calder, A.J., Bullmore, E.T., Perrett, D.I., Rowland, D., Williams, S.C.R., Gray, J.A. y David, A.S. (1997). A specific neural substrate for perceiving facial expressions of disgust. *Nature*, 389, 495 – 498.
- Pizzagalli, D.A., Lehmann, D., Hendrick, A.M., Regard, M., Pascual-Marqui R.D. y Davidson, R.J. (2002). Affective judgments of faces modulate early activity (approximately 160 ms) within the fusiform gyri. *Neuroimage*, 16, 663-677.
- Pourtois, G., Dan, E.S., Grandjean, D., Sander, D. y Vuilleumier, P. (2005). Enhanced extrastriate visual response to bandpass spatial frequency filtered fearful faces: time course and topographic evoked-potentials mapping. *Human Brain and Mapping*, 26(1), 65-79.

- Pratto, F. y John, O.P. (1991). Automatic vigilance: The attention-grabbing power of negative social information. *Journal of Personality and Social Psychology*, 61, 380-391.
- Reiman, E.M., Lane, R.D., Ahern, G.L., Schwartz, G.E., Davidson, R.J., Friston, K.J., Yun, L.S. y Chen, K. (1997). Neuroanatomical correlates of externally and internally generated human emotion. *American Journal of Psychiatry*, 154, 918 – 925.
- Ramos Loyo .(2001). Diferencias sexuales en el cerebro: Relación entre conducta, anatomía y función. En V. M. Alcaraz, E. Gumá-Díaz (Eds.) *Texto de Neurociencias Cognitivas* (pp. 23-49). México: Manual Moderno.
- Ramos Loyo, J. (2002). Neurobiología de la emoción y su relevancia en la motivación social. En M. Hernández González (Ed.) *Motivación animal y humana* (pp.331-356). México: Manual Moderno.
- Ramos, J. (2006). Influencia de las emociones en los procesos cognoscitivos. En A. A. Gonzalez, y J. Ramos (Eds.), *La atención y sus alteraciones: Del cerebro a la conducta* (pp. 27-48). México: Manual Moderno.
- Sato, W., Kochiyama, T., Yoshikawa, S., Naito, E. y Matsumura, M. (2001). Emotional expression boosts early visual processing of the face: ERP recording and its decomposition by independent component analysis. *NeuroReport*, 12, 709-714.
- Sato, W., Kubota, Y., Okada, T., Murai, T., Yoshikawa, S. y Sengoku, A. (2002). Seeing happy emotion in fearful and angry faces: Qualitative analysis of facial expression recognition in a bilateral amygdala-damaged patient. *Cortex*, 38, 727-742.
- Sato, W., Kochiyama, T., Yoshikawa, S., Naito, E. y Matsumura, M. (2004a). Enhanced neural activity in response to dynamic facial expressions of emotion: an fMRI study. *Cognitive Brain Research*, 20, 81-91.
- Sato, W., Yoshikawa, S., Kochiyama, T., y Matsumura, M. (2004b). The amygdala processes the emotional significance of facial

- expressions: an fMRI investigation using the interaction between expression and face direction. *NeuroImage*, 22, 1006-1013.
- Schachter, S.(1964). The interaction of cognitive and physiological determinants of emotional state. En L. Berkowitz (ed.): *Advances in Experimental Social Psychology*. (Vol 1). New York E.U: Academic Press.
- Shipp, S. (2004). The brain circuitry of attention. *Trends in Cognitive Sciences*, 8(5), 223-230.
- Schyns, P.G., Petro, L.S. y Smith, M.L. (2007) Dynamics of visual information integration in the brain for categorizing facial expressions: *Current Biology*, 17, 1580-1585.
- Scholten, M.R.M., Aleman, A., Montagne, B. y Kahn, R.S. (2005). Schizophrenia and processing of facial emotions: Sex matters. *Schizophrenia Research*, 78, 61-67.
- Seamon J.G., Williams P.C., Crowley M.J., Kim I.J., Langer S.A., Orne P.J. y Wishengrad D.L. (1995). The mere exposure effect is based on implicit memory - effects of stimulus type, encoding conditions, and number of exposures on recognition and affect judgments. *Journal of Experimental Psychology-Learning Memory and Cognition*, 21, 711-721.
- Stat Soft, Inc. (2004). STATISTICA (data analysis software system), version 7. recuperado de [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com).
- Shamay-Tsoory, S.G. y Aharon-Peretz, J. (2007). Dissociable prefrontal networks for cognitive and affective theory of mind: A lesion study. *Neuropsychologia*, 13, 3054-3067.
- Sugase, Y., Yamane, S., Ueno, S. y Kawano, K. (1990). Global and fine information coded by single neurons in the temporal visual cortex. *Nature*, (6747), 869-873.
- Surakka, V., Tenhunen-Eskelinen, M., Hietanen, J.K. y Sams, M. (1998). Modulation of human auditory information processing by emotional visual stimuli. *Cognitive Brain Research*, 2, 159-163.
- Surguladze, S. A., Brammer, M.J., Young, A.W., Andrew. C., Travis, M.J.,

- Williams, S.C. y Phillips, M.L. (2003). A preferential increase in the extrastriate response to signals of danger. *Neuroimage*, 19, 1317–1328.
- Sutton, S.K., Ward, R.T., Larson, C.L., Holden, J.E., Perlman, S.B. y Davidson, R.J. (1997). Asymmetry in prefrontal glucose metabolism during appetitive and aversive emotional states: an FDG-PET study. *Psychophysiology*, 34, 89.
- Tabert, M.H., Borod, J.C., Tang, C.Y., Lange, G., Wei, T.C., Johnson, R., Nusbaum, A.O. y Buchsbaum, M.S. (2001). Differential amygdala activation during emotional decision and recognition memory tasks using unpleasant words: An fMRI study. *Neuropsychologia*, 39, 556-573.
- Takehara, T. y Suzuki, N. (1997). Morphed images of basic emotional expressions: Ratings on Russell's bipolar field. *Perceptual and Motor Skills*, 85(3), 1003-1010.
- Taylor, S.E. (1991). Asymmetrical effects of positive and negative events: the mobilization-minimization hypothesis. *Psychological Bulletin*, 110(1), 67-85.
- Taylor, J. G. y Fragopanagos, N. F. (2005). The interaction of attention and emotion. *Neural Networks*, 18, 353–369.
- Teasdale, J.D., Howard, R.J., Cox, S.G., Ha, Y., Brammer, M.J., Williams, S.C. y Checkley, S.A. (1999). Functional MRI study of the cognitive generation of affect. *American Journal of Psychiatry*, 156, 209 – 215.
- Teunisse, J.P. y de Gelder, B. (2001). Impaired categorical perception of facial expressions in high-functioning adolescents with autism. *Child Neuropsychology*, 7(1), 1-14.
- The MathWorks, Inc. (2005). MATLAB version 7.1.0.246 service pack 3. recuperado de [www.mathworks.com](http://www.mathworks.com).
- Vuilleumier, P., Armony, J.L., Driver, J., y Dolan, R.J. (2001). Effects of attention and emotion on face processing in the human brain: an event-related fMRI study. *Neuron*, 30, 829-841.

- Vuilleumier, P., Armony, J.L., Driver, J. y Dolan, R.J. (2003). Distinct spatial frequency sensitivities for processing faces and emotional expressions. *Nature Neuroscience*, 6(6), 624-631.
- Vuilleumier, P. y Pourtois, G. (2007). Distributed and interactive brain mechanisms during emotion face perception: Evidence from functional neuroimaging. *Neuropsychologia*, 45, 174-194.
- Whalen, P.J., Rauch, S.L., Etcoff, N.L., McInerney, S.C., Lee, M.B., y Jenike, M.A. (1998). Masked presentations of emotional facial expressions modulate amygdala activity without explicit knowledge. *Journal of Neuroscience*, 18(1), 411-418.
- Windmann, S., Urbach, T.P., y Kutas, M. (2002). Cognitive and Neural Mechanisms of Decision Biases in Recognition Memory. *Cerebral Cortex*, 12, (8), 808-817.
- Winston, J.S., Strange, B.A., O'Doherty, J. y Dolan, R.J. (2002). Automatic and intentional brain responses during evaluation of trust-worthiness of faces. *Natural Neuroscience*, 5, 277-283.
- Wrase, J., Klein, S., Gruesser, S.M., Hermann, D., Flor, H., Mann, K., Graus, D.F. y Heinz, A. (2003). Gender differences in the processing of standardized emotional visual stimuli in humans: a functional magnetic resonance imaging study. *Neuroscience Letters*, 348, 41 - 45.
- Yamasaki, H., LaBar, K.S., y McCarthy, G. (2002). Dissociable prefrontal brain systems for attention and emotion. *Proceedings of National Academic Science*, 99, 11447-11451.
- Zajonc, R.B. (1980). Feeling and thinking: Preferences need no inferences. *American Psychologist*, 35, 151-175.
- Zhang, X., Wang, Y., Li, S., Wang, L. (2003). Event-related potential N270, a negative component to identification of conflicting information following memory retrieval. *Clinical Neurophysiology*, 114(12), 2461-8.
- Zola-Morgan, S., Squire, L.R., Alvarez-Royo, P., y Clower, R.P. (1991). Independence of memory functions and emotional behaviour: separate contributions of the hippocampal formation and the amygdala. *Hippocampus*, 1, 207-220.