

MECANISMOS CORTICALES DEL PROCESAMIENTO AFECTIVO DE CARAS: POSIBLES IMPLICACIONES EDUCATIVAS

M^a Cynthia Vico Fuillerat

Universidad de Granada. Dto de Personalidad, Evaluación y Tratamiento Psicológico.
Granada, España.

Resumen. El objetivo de este estudio ha sido investigar los mecanismos centrales que subyacen a la percepción visual de caras neutrales, conocidas y queridas. En este paradigma, las participantes debían visualizar fotografías de caras pertenecientes a 5 categorías: (1) bebés, (2) famosos/as (3) personas queridas, (4) caras desconocidas para la participante y (5) caras neutrales recogidas de la Escala de Ekman y Friesen. Se registraron los potenciales evocados (ERPs) con localización en Fz, Cz y Pz. Los resultados muestran una activación cortical para las caras queridas diferente al resto de las categorías. Las diferencias se obtuvieron en los componentes corticales relacionados con el procesamiento del significado del estímulo y no en los componentes relacionados con el procesamiento de sus características físicas. Los resultados de este estudio abren una línea de investigación relacionada con los efectos de las emociones positivas en la resolución de tareas relevantes en el campo educativo.

Palabras clave: Potenciales Evocados, Mecanismos Corticales, Caras, Emoción, Procesamiento Afectivo.

CORTICAL MECHANISMS OF FACES AFFECTIVE PROCESSING: POSSIBLE EDUCATIVE IMPLICATIONS.

Abstract. The goal of this study was to investigate the central physiological mechanisms that underlie the visual perception of neutral, appealing, or cherished familiar faces. In this paradigm, participants were asked to view pictures of faces from 5 distinct classes: (1) babies, (2) famous people, (3) faces of cherished relatives or significant others, (4) faces were unknown to the subject, and (5) unknown neutral faces from the Ekman and Friesen database. Event-related potentials (ERPs) were recorded at Fz, Cz, and Pz. The results showed a different cortical activation for loved faces compared to the other categories of faces. The differences appeared in the cortical components related to the processing of stimulus meaning, not in the components related to the processing of physical features of the stimulus. These findings open new

research perspectives on the effects of positive emotions in problem solving tasks relevant in the field of education.

Keywords: ERPs, Central Physiological Mechanisms, Faces, Emotion, Affective Processing.

MECANISMOS CORTICALES DO PROCESSAMENTO AFETIVO DE CARAS: POSSÍVEIS ENVOLVIMENTOS EDUCATIVAS

Resumo. O objetivo deste estudo foi o de pesquisar os mecanismos centrais subjacentes à percepção visual do rosto de pessoas neutras, conhecidas e queridas. Neste paradigma, as participantes visualizavam fotos de rostos pertencentes a 5 categorias: (1) bebês, (2) famosos/as (3) pessoas queridas, (4) rostos desconhecidos para a participante e (5) rostos neutros recolhidos da Escala de Ekman e Friesen. Foram registrados os potenciais evocados (ERPs) com localização em Fz, Cz y Pz. Os resultados mostram uma ativação cortical para os rostos queridos diferente às demais categorias. As diferenças foram obtidas nos componentes corticais relacionados com o processamento do significado do estímulo e não nos componentes relacionados com o processamento de suas características físicas. Os resultados deste estudo abrem a linha de pesquisa relacionada aos efeitos das emoções positivas na resolução de tarefas relevantes no campo educativo.

Palavras-chave: Potenciais Evocados, Mecanismos Corticais, Rostos, Emoção, Processamento Afetivo.

INTRODUCCIÓN

Cada emoción es biológicamente diferente y desempeña un papel único en nuestro repertorio emocional y cada una de ellas constituye un impulso que nos lleva a actuar. Se trata de programas de reacción automática con los que nos ha dotado la evolución. Gracias a la aparición de nuevos métodos científicos de estudio del cuerpo humano, podemos comprobar cómo cada emoción predispone al organismo de una manera diferente.

A pesar de la importancia de las emociones en nuestra vida y de que cada una desempeñe un papel único caracterizado por una impronta biológica distinta, la mayor parte de las investigaciones científicas realizadas en este campo hasta la actualidad, han

dedicado sus esfuerzos al estudio de trastornos, es decir, a la comprensión de *emociones negativas* que perturban nuestro estado de bienestar. Las *emociones positivas*, entendidas como aquellas que inhiben los sentimientos negativos y que nos ayudan a obtener niveles más altos de felicidad, no han constituido un objetivo de estudio principal de la ciencia olvidando que la salud mental y la felicidad no se consiguen sólo mediante la ausencia de enfermedad o de tristeza.

Dentro del marco teórico en el que actualmente se estudia la emoción, parece que hay una emoción para cada situación y cuando la sentimos mostramos una serie de conductas apropiadas a esa emoción. Las emociones tienen causas múltiples, se expresan de diferentes maneras, cumplen funciones distintas y tienen múltiples consecuencias en la conducta. Las emociones son activadas externamente aunque también pueden ser activadas internamente a través de la memoria y la imaginación. Las emociones son fenómenos multidimensionales. En parte son estados afectivos subjetivos porque hacen que nos sintamos de una manera en concreto pero son también respuestas biológicas, reacciones fisiológicas que preparan al cuerpo para la acción adaptativa. Cuando sentimos una emoción, nuestros cuerpos entran en un estado de activación que no se da cuando no la sentimos; nuestro corazón empieza a latir con fuerza, los músculos se tensan y la respiración acelera su ritmo. Las emociones también son funcionales igual que lo es el hambre. La rabia nos prepara para la lucha contra un enemigo y el miedo nos prepara para huir del peligro. Finalmente, las emociones son fenómenos sociales; producen expresiones faciales y corporales características que comunican nuestras experiencias emocionales internas a los demás.

Dado que las emociones pueden ser fenómenos subjetivos, fisiológicos, funcionales y sociales, está claro que el concepto de emoción se resiste a encajar dentro de una definición clara. La dificultad que tiene la psicología para definir la emoción es que ninguna de las cuatro perspectivas de la emoción (perspectiva subjetiva, fisiológica, funcional y expresiva) define la emoción satisfactoriamente sino que cada una hace énfasis en un aspecto distinto del proceso de la emoción. El término *emoción* es el constructo psicológico que une estos cuatro aspectos de la experiencia que se suelen dar conjuntamente y que sirven un único propósito. La definición científica de emoción debería resumir cómo estos componentes se combinan e interactúan el uno con el otro. En espera de una definición clara, podemos afirmar que el componente cognitivo-subjetivo aporta el estado afectivo, lo que representa una experiencia subjetiva que tiene razón y significado personal. La emoción se siente en toda su calidad e intensidad. El componente fisiológico incluye la actividad de los diferentes sistemas corporales tanto centrales como periféricos (somático y autonómico). La actividad fisiológica está tan unida a la emoción que es casi imposible imaginarse una persona enfadada que no esté activada. El componente funcional plantea la cuestión de cómo se beneficia la persona de la emoción y pone énfasis en que las personas tenemos emociones porque ello nos permite ser más efectivos a la hora de interactuar con el entorno. La persona que carezca de estas emociones estaría en una clara desventaja evolutiva. El componente expresivo

de la emoción es su componente conductual y social. Mediante las posturas, los gestos, las vocalizaciones y especialmente la conducta facial, las emociones son expresadas y comunicadas a los demás. Enviamos señales emocionales a los demás e inferimos los sentimientos privados de los otros a través de sus expresiones públicas. En su conjunto, las emociones implican a la persona en su totalidad, sus sentimientos y pensamientos, su fisiología, sus intenciones y propósitos y, por último, su conducta.

A lo largo de los numerosos estudios sobre la emoción las respuestas psicofisiológicas asociadas a fenómenos emocionales así como su significado, han sido interpretadas de formas diferentes encontrando diferentes puntos de vista entre los autores. Con William James y su **Teoría de James-Lange**, desarrollada en su libro Principios de Psicología (1890), obtenemos una interpretación parecida a la del fisiólogo danés Lange (1885) sobre el fenómeno emocional. Ambos consideran que la experiencia emocional es la consecuencia de la percepción interna de los cambios fisiológicos específicos de cada emoción. Así, como solía decir James, nos sentimos tristes porque lloramos. Contraria a esta postura encontramos la **Teoría de Cannon-Bard** considerando que la emoción se produce a nivel exclusivamente del sistema nervioso central. De acuerdo con esta teoría, los cambios corporales que se producen durante las emociones son similares en las diferentes emociones cumpliendo la función general de proporcionar al organismo energía para adaptarse al medio. La cualidad emocional no depende de estos cambios sino de procesos centrales de carácter cognitivo. Los cambios corporales periféricos son generales para todas las emociones contribuyendo a aumentar o disminuir la dimensión de intensidad de la conducta emocional.

Una teoría que ofrece una postura mixta entre las dos teorías anteriores es la **Teoría del Arousal-Cognición**. Esta teoría, propuesta por Schachter y Singer en 1962, defiende que un estado emocional es producto de una interacción entre un componente de activación o *arousal* fisiológico periférico, y un componente de carácter cognitivo entendido como un proceso de atribución causal de ese *arousal* a estímulos emocionales del ambiente. El *arousal* es inespecífico contribuyendo únicamente a la intensidad de los estados emocionales mientras que la cognición determina la cualidad emocional. Ambos componentes son indispensables para que se produzca el fenómeno emocional.

La **Teoría del Feedback Facial** revitalizada por autores como Tomkins (1962) e Izard (1971, 1977), defiende una versión moderna de la teoría de James-Lange. Si este último postulaba la necesidad de un feedback al cerebro procedente del sistema nervioso autónomo y somático para que se produzca una experiencia emocional, la teoría que se presenta a continuación asume la necesidad de que la información que va al cerebro provenga de la musculatura facial. Esta teoría se basa en los supuestos evolucionistas de Darwin en 1872 en los que se supone que existen patrones específicos de conducta expresiva innatos y universales entre los miembros de una misma especie. La existencia de patrones faciales específicos y universales para emociones básicas encuentra apoyo en autores recientes (Ekman, 1984). Así mismo, los estudios sobre

manipulación de expresiones faciales apoyan la idea de que es la información transmitida por los músculos faciales la que produce el fenómeno emocional.

El cerebro humano se ha considerado como la unión de dos mentes. Cada uno de sus hemisferios gemelos sería el espejo del otro. Normalmente los dos están conectados por una banda de fibras que transmite un diálogo íntimo y continuo entre ellos. Se trata del cuerpo calloso que puede llevar enormes cantidades de información de un lado a otro del cerebro en sólo milisegundos. La información que llega a una mitad está disponible para la otra casi instantáneamente, y sus respuestas están en tan perfecta armonía que producen una percepción del mundo en apariencia ininterrumpida y una sola corriente de conciencia. Sin embargo, si separamos estos dos hemisferios, las diferencias entre ellos se hacen evidentes. Se ha dicho que, por ejemplo, cada mitad de un cerebro tiene sus propias fortalezas y debilidades, sus propias maneras de procesar información y sus propias capacidades. El hemisferio izquierdo se considera calculador, comunicativo y capaz de concebir y ejecutar planes complicados. El hemisferio derecho se considera amable, emocional, implicado en la orientación de uno mismo en el espacio y en el reconocimiento de caras familiares que, a veces, se pierde tras una lesión cerebral. El hemisferio derecho capta globalmente las cosas, en tanto que el hemisferio izquierdo se dedica a los detalles. Otra diferencia entre ambos hemisferios es la concentración de materia blanca, formada por densos haces de axones, siendo mayor en el hemisferio derecho, así como la mayor concentración de materia gris, compuesta por cuerpos centrales de células cerebrales, en el hemisferio izquierdo. El cuerpo calloso es el único canal de información que conecta las áreas corticales de los dos hemisferios. Por debajo del cuerpo calloso hay un pasadizo más antiguo entre los hemisferios, la comisura cerebral anterior. Este tracto conecta las regiones subcorticales profundas del cerebro, conocidas comúnmente como Sistema Límbico. Aquí, en este submundo cerebral, se generan las emociones más primitivas. Todo cuanto capta el cerebro consciente lo envía hacia el Sistema Límbico, situado por debajo de la corteza, en el cual, si es de importancia emocional, se elabora una respuesta básica. Esta respuesta básica se manda a su vez de vuelta a los hemisferios cerebrales, y allí se transforma en las complejas sensaciones específicas para cada contexto particular en las que pensamos cuando hablamos de miedo, enojo, vergüenza o amor. Esta descripción, de tono más literario que científico, se ha visto en muchos aspectos corroborada por investigaciones científicas bien controladas. Estudios recientes han confirmado que el hemisferio izquierdo está especializado en funciones motoras, lingüísticas y en ciertas formas de emoción. Al hemisferio derecho se le han otorgado funciones visuales y espaciales, componentes atencionales y otras formas de emoción (Benson y Zaidel, 1985; Davidson, 1988). Pero ambos hemisferios trabajan juntos gracias al cuerpo calloso, la gran banda de fibras en el cerebro cuya función ha sido un misterio durante años. El grupo de Sperry (Gazzaniga, Bogen y Sperry, 1962; Saul y Sperry, 1968) fue el primero en clarificar los efectos del cuerpo calloso mostrando con sus estudios que la información presentada en uno de los hemisferios es inaccesible al otro causando un Síndrome de Desconexión. Geschwind y Kaplan en 1962 demostraron un síndrome similar en un

paciente con un tumor en el cuerpo calloso (ver Geschwind, 1965).

En cuanto a la diferenciación de las emociones en las diferentes zonas del cerebro, existe evidencia que sugiere que las bases neurales de la distinción entre las emociones humanas se encuentran en los dos sistemas motivacionales primarios: el sistema motivacional apetitivo asociado con emociones positivas o placenteras y el sistema motivacional aversivo asociado con emociones negativas o desagradables. La activación de uno u otro sistema motivacional constituye una decisión que realiza el organismo en función de su relación con el ambiente, siendo una decisión del todo adaptativa. Estos sistemas motivacionales son dimensiones básicas para la emoción y aparecen a través de muchos niveles de filogenia y ontogenia siendo mediados por sistemas cerebrales separados encontrados en todas las especies vertebradas.

Estudios llevados a cabo mediante Tomografía por Emisión de Positrones (PET) han obtenido medidas de flujo sanguíneo cerebral en diferentes zonas del cerebro mientras los participantes visualizaban fotografías elicitoras de emociones agradables, desagradables y neutrales (Lane y col., 1997). Los resultados obtenidos sugieren que los sustratos neurales de estos dos sistemas motivacionales tienen mucho en común y están estrechamente interrelacionados. De este modo, el Tálamo, Hipotálamo, el Cerebro Medio (Midbrain) y la Corteza Prefrontal Medial se activan tanto durante el procesamiento de fotografías agradables como durante el de desagradables produciendo una gran variedad de emociones diferentes. También se ha observado la activación de la Amígdala durante la vivencia de emociones negativas y en mayor grado durante la visualización de fotografías desagradables. Estos descubrimientos son consistentes con datos recientes (Lang, 1995) que indican que el reflejo defensivo de sobresalto aumenta cuando se procesan fotografías desagradables y es inhibido durante la visualización de fotografías agradables. Además, numerosos modelos animales de modulación del sobresalto implican claramente a la Amígdala en la potenciación refleja del miedo. Otros estudios sugieren el papel de la Amígdala en el aprendizaje emocional (Morris, Öhman y Dolan, 1998) encontrando una significativa respuesta neural en la Amígdala derecha ante la presentación de caras enfadadas condicionadas previamente con un ruido blanco. Además, la activación de la Amígdala puede producirse a partir de estímulos enmascarados irreconocibles de miedo. Sin embargo, la Amígdala izquierda se activa en mayor medida que la derecha durante la visualización de caras tristes comparado con condiciones control. La activación de la Amígdala izquierda se asocia además con la percepción de miedo comparando su activación durante la realización de la expresión facial de felicidad. A pesar de estos resultados, la asociación entre Amígdala y emociones desagradables puede no ser exclusiva como indicaron Breiter y col, (1996). La exacta función o funciones de la Corteza Prefrontal Medial y del Tálamo en este contexto quedan aún por determinar. Parece más claro que la activación del lóbulo temporal medial izquierdo (incluyendo la Amígdala izquierda y el gyrus parahippocampal), del cortex bilateral occipito-temporal y del cerebelo, distingue las emociones desagradables de las neutrales y las agradables, aunque estos resultados no

excluyen la posibilidad de que estas estructuras también participen en las emociones positivas. Por otra parte, se ha observado activación de la cabeza del núcleo caudado durante la vivencia de emociones agradables o neutrales pero no desagradables. Este tipo de estudios apoya la idea de que existe un sustrato neural común para las emociones generales y que los sustratos neurales de los sistemas motivacionales apetitivo y aversivo son al menos parcialmente distinguibles.

Existe un gran número de investigaciones que apoya la idea de que en ambos hemisferios se producen emociones o afectos diferentes. Estas investigaciones basan sus estudios en el supuesto de que la activación cerebral de uno u otro hemisferio provocará emociones diferentes. Algunos estudiosos van más allá afirmando que existe un estilo afectivo, que diferencia a cada individuo, determinado por el hemisferio que con mayor frecuencia es activado. Por ejemplo se ha encontrado una gran activación de la zona frontal del hemisferio izquierdo asociada con la vivencia por parte del participante de un afecto positivo intenso en respuesta a una serie de películas de contenido afectivo positivo, comparado con la vivencia mostrada por participantes con mayor activación del hemisferio derecho frontal caracterizada por afectos negativos en respuesta a películas de contenido afectivo negativo. La investigación sobre asimetrías hemisféricas es abundante encontrándose relaciones específicas con alteraciones psicopatológicas, como la depresión, o con procesos de aprendizaje emocional asociativo (Henriques y Davidson, 1991, Johnsen y Hugdahl, 1993).

El estudio del fenómeno emocional, como se ha indicado anteriormente, requiere la obtención de datos relativos a los tres sistemas de respuesta: el verbal-expresivo, el conductual y el fisiológico. Para muchos investigadores, los auto-informes constituyen la fuente de información primaria. Sin embargo, este tipo de datos es incapaz de ofrecernos información acerca de determinados aspectos de la emoción, como son los procesos emocionales preconscientes o los cambios emocionales que ocurren con gran rapidez. Por este motivo el estudio de la emoción debe complementarse con datos fisiológicos y conductuales. Un ejemplo de este tipo de datos lo encontramos en un estudio realizado por Sutton, y Davidson, (2000) donde los participantes elegían pares de palabras de diferente contenido emocional: agradable, desagradable y neutral. Los resultados mostraron que las personas con mayor activación cerebral anterior frontal en el hemisferio izquierdo, seleccionaban con más frecuencia los pares de palabras agradables.

En cuanto al empleo de registros psicofisiológicos en el estudio de la emoción, las medidas centrales más frecuentemente registradas son la actividad electroencefalográfica y los potenciales evocados. No obstante, los recientes desarrollos en técnicas de neuroimágenes están haciendo posible el registro del flujo sanguíneo de las regiones cerebrales a través de la tomografía de emisión de positrones (PET) y la resonancia magnética funcional (fMRI). Es importante indicar que resulta difícil no tener una definición clara de emoción y, sin embargo, pretender provocarla en un contexto de laboratorio. Sin embargo, el estudio científico de la emoción es reconocido

como crítico y de gran importancia para entender numerosos fenómenos relacionados con la conducta normal y patológica. Por ejemplo, investigaciones básicas en el campo de la emoción han sido útiles a la hora de entender algunos aspectos relacionados con los trastornos afectivos y de la ansiedad. Igualmente importantes han sido en el conocimiento del desarrollo psicoevolutivo ya que la mayoría de los desarrollos producidos durante los primeros años de vida están marcados por cambios afectivos.

Las emociones se producen frecuentemente en respuesta a eventos externos (Izard, 1993). En este sentido sería interesante determinar cuál es la naturaleza de estos eventos antecedentes de la emoción. Existen diferentes propuestas a esta cuestión; la primera de ellas considera que las emociones son respuestas a ciertos estímulos incondicionados y, por tanto, algunos estímulos provocan emociones de forma incondicionada o condicionada, mediante su asociación con los estímulos incondicionados (Watson, 1929). La segunda propuesta determina que las emociones no se producen debido a la presencia de determinados estímulos sino que su aparición depende de la desaparición de estímulos desagradables o agradables, es decir, dependen del reforzamiento o castigo negativo. (Millenson, 1967; Mowrer, 1960). La tercera postura considera que la emoción está determinada por el significado que el individuo atribuye a un determinado estímulo o suceso (Lazarus, 1991; Oatley, 1992), resaltando de este modo un aspecto cognitivo en la emoción. En cualquier caso, parece que la evocación de una emoción en contextos de laboratorio requiere la manipulación de estímulos ambientales: fotografías, música, sonidos, dibujos, líquidos con diferentes sabores, la presencia de personas conocidas y desconocidas, situaciones imaginadas, películas, etc.

En la vida real, las reacciones emocionales pueden ser provocadas, sin duda, por una gran variedad de estímulos. En contextos de laboratorio, sin embargo, el control experimental y los principios éticos restringen considerablemente el abanico de estímulos que pueden ser utilizados con un mínimo de rigor metodológico y respeto al sujeto de experimentación. La identificación de estímulos que difieran cuantitativamente en sus características afectivas y que puedan ser manipulados con facilidad por parte del experimentador, y sin rechazo por parte de los participantes, es un objetivo prioritario en la investigación de laboratorio sobre las emociones (Vila y Fernández-Santaella, 2004). La visualización de fotografías de contenido emocional ha sido uno de los procedimientos más utilizados en la investigación humana precisamente por cubrir parte de estos requisitos.

Las imágenes y fotografías afectivas tienen la ventaja de cubrir una gama amplia de estados afectivos y de representar características importantes de los valores culturales y sociales transmitidos por los medios de comunicación —arte, cine, televisión, revistas. Este tipo de estímulos visuales recoge muchos aspectos de la vida real —deporte, moda, paisajes, desastres naturales, erotismo, violencia, etc. —, actuando como potentes generadores de emociones. Tienen, además, la ventaja de ser estímulos que pueden ser fácilmente presentados en contextos de laboratorio, tanto en formato analógico como digitalizado, permitiendo el control preciso de su momento y tiempo de exposición.

Por otra parte cabe considerar que durante la historia de la humanidad, uno de los estímulos más importantes para el hombre ha sido y es el rostro humano (Kanwisher y Moscovitch, 2000; Haxby, Hoffman y Gobbini, 2000; Lopera, 2000). El rostro ha sido objeto de estudio en muchas investigaciones relacionadas con la emoción. En este campo destaca el estudio del papel de las expresiones faciales emocionales. La musculatura facial no se puede observar directamente. Para describir las expresiones faciales uno debe observar la acción de la piel e inferir los movimientos de la musculatura facial subyacente. Los dos sistemas de puntuación facial más populares en uso son el Facial Action Coding System de Paul Ekman y Wallace Friesen (FACS, Ekman y Friesen, 1978) y el Masimally Discriminative Facial Movement Coding System de Carroll Izard (MAX, Izard, 1979). En los dos sistemas de puntuaciones se combinan patrones específicos de conducta facial para expresar emociones discretas. Charles Darwin sostenía que la expresión facial de las emociones es universal, pero las imperfecciones de sus trabajos facilitaron la oposición de sus adversarios, para quienes las expresiones del rostro son troqueladas por la cultura. De hecho, desde 1920 hasta 1960, muchos psicólogos importantes manifestaban que las expresiones faciales constituían un factor socialmente aprendido y variable dependiendo de la cultura sin existir una relación fija entre la expresión y su significado (Bruner y Tagiuri, 1954; Hunt, 1941; Klineberg, 1938; Landis, 1924; Munn, 1940). En 1970 comenzaron a realizarse estudios independientes que criticaban los resultados anteriores (Ekman, Friesen y Ellsworth, 1972; Izard, 1971). En estos estudios se mostraban diferentes fotografías de expresiones faciales representadas por personas de diferentes culturas y se examinaba la identificación de las emociones ofrecida por los observadores encontrando que se obtenía un gran acuerdo en los criterios de personas procedentes de culturas tanto occidentales como orientales en cuanto a la evaluación de las emociones de alegría, ira, miedo, tristeza, asco y sorpresa. Estos datos defienden la universalidad de las emociones pero sin quitarle a la cultura la importancia que se merece. De hecho, lo autores defienden la idea de que cada cultura enseña a sus miembros reglas específicas sobre la expresión de emociones en contextos sociales. Estas reglas pueden explicar cómo las expresiones faciales se modifican para crear, en ocasiones, expresiones faciales de emociones específicas de cada cultura. Esta idea encontró apoyo en estudios en los que se compararon las expresiones faciales de japoneses y americanos cuando estaban solos -cuando se supone que las reglas de cada cultura no están operando- y cuando se encontraban con otras personas (Ekman y Friesen, 1971; Ekman, 1972). Como se predecía, no hubo diferencias entre culturas en las expresiones cuando los participantes se encontraban solos y, sin embargo, cuando se encontraban acompañados por otras personas, la expresión de disgusto ante la visualización de la fotografía de una persona de autoridad, era enmascarada con una sonrisa por la mayoría de los participantes sobre todo en el caso de los japoneses. Estos resultados, unidos a otras evidencias, llevaron a autores como Izard a reconocer la universalidad de las expresiones faciales como defendió Tomkins (1962) y mucho antes Darwin (1872). Posteriormente, se ha señalado que las diferencias culturales se centran más en la

identificación de la intensidad emocional que en la identificación de las emociones concretas que se muestran a través de una expresión facial. De este modo, los japoneses realizan atribuciones menos intensas que los americanos (Ekman y col., 1987) dependiendo de si la persona que expresa la emoción es japonés o americano, hombre o mujer (Matsumoto y Ekman, 1989). Estas investigaciones ponen de manifiesto el papel del rostro y, en este caso, de las expresiones faciales en la comprensión más profunda de las emociones. Su importancia aumenta cuando se toma en consideración la posibilidad de que el rostro no solo expresa la emoción permitiendo su identificación sino que también puede provocar dicha emoción. La mayoría de los teóricos de la emoción enfatizan la naturaleza involuntaria de la experiencia emocional olvidando que, cuando la gente decide generar una emoción adoptando las acciones físicas asociadas con la emoción en particular -por ejemplo, sonriendo para generar alegría-, los cambios musculares faciales voluntarios producen cambios involuntarios en la actividad del sistema nervioso autónomo (Ekman, Levenson y Friesen, 1983). Cuando los participantes son instruidos para crear en sus caras diferentes expresiones faciales, estos afirman que no sienten solamente un cambio físico sino que también experimentan la emoción expresada (Levenson, Carstensen, Friesen, y Ekman, 1991; Levenson, Ekman y Friesen, 1990).

Los estudios interesados en la investigación de la emoción a través del rostro humano utilizan diferentes tipos de estímulos. Aquellos que se basan en la universalidad de las expresiones faciales utilizan fotografías con rostros expresando emociones o con gestos neutrales (Ekman y Friesen's, 1975, 1976, 1978). Otros científicos, en lugar de fotografías, han empleado dibujos con formas esquemáticas de rostros mostrando un gesto neutral, feliz e infeliz (Öhman, Lundqvist y Esteves, 2001). Algunas investigaciones, mediante condicionamiento clásico, asocian fotografías de caras con diferente contenido emocional a ruidos blancos, estudiando el papel de la Amígdala en el aprendizaje humano (Morris y col. 1998). También ha existido un cierto interés por determinar las diferencias entre personas zurdas y diestras a la hora de expresar la emoción percibida a partir de fotografías de caras expresando una emoción con la mitad de la cara y otra emoción con la otra mitad (Heller y Levy, 1981). Fotografías de rostros expresando diferentes emociones también han sido, en ocasiones, presentadas en los dos hemisferios visuales de los participantes para determinar el papel de cada hemisferio en la percepción de emociones. Por lo general, se encuentra que los hemisferios están especializados dependiendo de la valencia afectiva del estímulo. En concreto, el hemisferio izquierdo se relaciona más con la experiencia y expresión de estímulos afectivos positivos; los participantes perciben un sentimiento más intenso de felicidad cuando se presenta un rostro alegre en su campo visual derecho, es decir, en el hemisferio izquierdo (Davidson, Mednick, Moss, Saron y Schaffer, 1987).

El estudio de la emoción a través de rostros humanos se ha investigado también en niños y bebés con el fin de determinar si los cambios fisiológicos producidos durante la vivencia de una emoción se encuentran ya presentes durante el primer año de vida.

Estas investigaciones utilizan rostros humanos, normalmente de la madre del bebé frente al de alguna persona desconocida, mostrados ambos al natural en lugar de utilizar fotografías (Fox y Davidson, 1987, 1988). Estos estudios no sólo ponen en evidencia la presencia precoz en el ser humano de cambios fisiológicos relacionados con las emociones, sino que, además, resaltan los beneficios de incluir, en las investigaciones sobre las emociones, rostros de personas familiares para el participante frente a la visualización de rostros desconocidos.

El procesamiento de caras y, en particular, el procesamiento de la identidad facial es un tema que ha adquirido en los últimos años una gran importancia dentro del campo de la neurociencia. La cara es un estímulo presente en todas las relaciones interindividuales y sociales encontrándose en ella las claves de la identidad de las personas, además de los signos que acompañan a la comunicación verbal y a las expresiones emocionales. Por tanto, se puede asumir que el cerebro humano dispone de mecanismos específicos para codificar, discriminar y reconocer caras. Los datos aportados por la neuropsicología tienen una gran importancia en este campo puesto que permiten constatar la disociación que se produce entre el procesamiento de caras y el procesamiento de otras categorías de estímulos.

Los mecanismos cerebrales del procesamiento de caras implican diferentes estructuras. Se ha demostrado que el reconocimiento de la forma de los estímulos que percibimos se produce en la corteza visual primaria V1 extendiéndose hasta la corteza visual V2 y V4 (Rolls, 1994; Vignal, Chauvel y Halgren, 2000; Ralph, 2002). Desde allí, la vía de reconocimiento continúa hacia la corteza temporal inferior produciéndose el reconocimiento específico de las caras en el giro fusiforme (Allison, Puce, Spencer y McCarthy, 1999).

En conclusión, los estudios sobre el procesamiento de caras apuntan a la existencia de mecanismos afectivos y cognitivos que pueden ser de gran relevancia para avanzar en el conocimiento de los procesos que regulan las emociones tanto positivas como negativas. La presente investigación pretende profundizar en los mecanismos psicofisiológicos de las emociones positivas utilizando como paradigma de investigación el procesamiento de caras de personas queridas. Este objetivo se llevará a cabo examinando los mecanismos corticales subyacentes al procesamiento afectivo de caras a través del estudio de los potenciales evocados durante la visualización de fotografías de rostros de personas queridas frente a un conjunto de fotografías de rostros de personas desconocidas, de personajes famosos, de rostros neutrales y de bebés. La hipótesis principal del estudio mantiene que durante la visualización de las fotografías pertenecientes a personas queridas, se observarán potenciales corticales diferentes siendo los potenciales lentos o endógenos los que mejor diferenciarán los rostros de personas queridas del resto de los rostros. En particular, se espera encontrar una mayor amplitud del potencial P300 y de la Onda de Positividad/Negatividad tardía (superior a 400 milisegundos). No se espera encontrar diferencias en los potenciales rápidos o exógenos como el potencial N100.

METODOLOGÍA

PARTICIPANTES

La muestra de este estudio estuvo compuesta por 20 mujeres universitarias. Las edades estaban comprendidas entre 20 y 27 años (Media = 23.5; Desviación Típica = 1,899). Las participantes no presentaban ningún tipo de trastorno físico o psicológico ni estaban bajo tratamiento farmacológico. Las estudiantes que se ofrecieron a participar voluntariamente en el estudio cumplían los requisitos básicos para participar en la investigación: (1) tener pareja, (2) vivir cerca de, al menos, cinco personas queridas, entre ellas su pareja, para poder tomarles fotografías,

TAREA

En la presente investigación todas las participantes realizaban la misma tarea consistente en observar en una pantalla de ordenador, posicionada en frente de ellas, las imágenes que en ella se presentaban. Estas imágenes correspondían a 5 categorías diferentes: Rostros de personas *queridas* por las participantes, de personas *desconocidas*, de personajes *famosos*, rostros *neutrales* y rostros de *bebés*. Había 5 imágenes de cada categoría. La prueba se subdividió en dos tareas: tarea de Tasa Lenta y tarea de Tasa Rápida.

En la tarea de Tasa Lenta hubo 50 ensayos de registro. Cada ensayo estaba compuesto por un periodo de 4 segundos de línea de base, un periodo de 4 segundos de presentación de la imagen y un periodo de 4 segundos posteriores a la imagen. Entre ensayo y ensayo había un intervalo de tiempo que variaba aleatoriamente entre 4 y 8 segundos sin registro. En la tarea de Tasa Rápida hubo 8 ensayos de registro. Cada ensayo estaba compuesto por una línea de base de 500 milisegundos seguidos de una secuencia de 25 imágenes con una tasa de presentación de una imagen por cada 1100/1200 milisegundos. Cada imagen estaba expuesta durante 500 milisegundos existiendo un intervalo entre imágenes que variaba aleatoriamente entre 600 y 700 milisegundos. En la tarea de Tasa Lenta se presentaron 2 veces las 5 fotografías de cada categoría completando con ello los 50 ensayos. En la tarea de Tasa Rápida se presentaron 40 veces las 5 fotografías de cada categoría repartidas en 25 presentaciones por cada uno de los 8 ensayos de registro, lo que hace un total de 200 imágenes. El orden de presentación de las fotografías fue diferente en cada tarea. Para la Tasa Lenta, el orden de presentación de las imágenes se manipuló directamente para controlar que el número de participantes que visualizaba en primer lugar una fotografía de la categoría de personas queridas, fuera igual al que la visualizaba en segundo, tercer, cuarto y quinto lugar. Para ello se establecieron 5 órdenes diferentes utilizando un procedimiento de cuadrado latino doble. Cada orden estaba formado por 50 fotografías (las correspondientes a la Tasa Lenta) distribuidas en un cuadrado de 5x5 doble. En la tarea de Tasa Rápida el orden de presentación de las 200 imágenes fue completamente aleatorio para cada participante con la única restricción de que la misma imagen no

podiera aparecer dos veces seguidas.

DISEÑO

Las 20 participantes pasaron por las dos tareas contrabalanceándose el orden de las tareas de tal forma que la mitad de las participantes pasaron primero por la tarea de Tasa Lenta y después por la tarea de Tasa Rápida y la otra mitad en orden inverso. Para la tarea de Tasa Lenta se utilizó un diseño factorial mixto con un factor de grupos independientes (el ORDEN de presentación de las tareas) y dos factores de medidas repetidas (las cinco CATEGORÍAS de fotografías y los 10 ENSAYOS correspondientes a cada categoría) resultando un diseño factorial 2x(5x10). Para la tarea de Tasa Rápida se utilizó también un diseño factorial mixto pero sólo con dos factores, el factor de grupos independientes (el ORDEN de presentación de las tareas) y el factor de medidas repetidas CATEGORÍAS resultando un diseño factorial 2x(5).

MATERIALES

Los estímulos utilizados en este estudio fueron fotografías de caras pertenecientes a 5 categorías diferentes. Dichas categorías se seleccionaron con el fin de controlar dos aspectos inherentes al procesamiento afectivo de caras: el reconocimiento de la cara y el agrado producido por la cara. Todas las fotografías fueron manipuladas antes de la sesión experimental igualándose en tamaño, color y fondo.

VARIABLES DEPENDIENTES

POTENCIALES EVOCADOS

El EEG se registró desde tres localizaciones diferentes en base al sistema internacional 10-20 (Jasper, 1958). Este Sistema de colocación de electrodos tiene como referencias la distancia que une en dirección antero-posterior el nasión y el inión, dos huesos fácilmente localizables en la nariz y en la base posterior del cráneo y la distancia que une en dirección lateral las depresiones preauriculares izquierda y derecha. A partir de estas medidas se pueden determinar una serie de puntos situados a un 10% ó a un 20% de estas distancias, empezando a medir desde un extremo a otro pasando por el vértice. Las localizaciones que se escogieron para el registro del EEG fueron: Fz (situado a un 30% de la distancia total que une el nasión y el inión sobre la línea media del cráneo en dirección antero-posterior), Cz (situada a un 50 % de la misma distancia y en la misma dirección) y Pz (situada a un 70% de dicha distancia, también en la misma dirección). El procedimiento de registro utilizado fue de tipo monopolar, es decir, se utilizaron tres electrodos activos (correspondientes a cada una de las localizaciones) y un electrodo de referencia (inactivo), situado en el mastoide izquierdo (justo detrás de la oreja). Dicha referencia fue común para los tres electrodos activos.

Los potenciales evocados se obtuvieron promediando la señal EEG en las 10 presentaciones de las imágenes de cada categoría en la tarea de Tasa Lenta y en las 40 presentaciones de las imágenes de cada categoría en la tarea de Tasa Rápida. Los promedios se limitaron a una ventana que iba desde los 100 milisegundos anteriores al

inicio de la imagen hasta los 1000 milisegundos posteriores al inicio de la imagen. Los valores de estos promedios (expresados en μV) se transformaron a puntuaciones diferenciales con respecto a la media de los 100 milisegundos anteriores al inicio de la imagen (línea de base). A partir de estos datos, se identificaron tres componentes de los potenciales evocados para la tarea de Tasa Lenta (el N100, el P300 y la Positividad/Negatividad tardía) y dos componentes para la tarea de Tasa Rápida (el N100 y el P300). Para cada uno de estos componentes, y para cada localización, se obtuvo la amplitud media de cada participante computando la media de los valores en torno al punto de máxima amplitud.

PROCEDIMIENTO

Las participantes eran contactadas por teléfono y se les hacía una serie de preguntas sobre condiciones físicas y hábitos de salud. Finalmente, las participantes eran citadas para recoger la cámara fotográfica. Durante la cita en el laboratorio, se procedía a explicar el funcionamiento de la cámara fotográfica y a dar instrucciones sobre cómo tomar las fotografías, es decir, solicitar que las personas queridas, elegidas por ellas mismas, debían (a) mirar a la cámara manteniendo una expresión facial neutra; (b) posicionarse delante de un fondo claro y (c) estar a una distancia corta de forma que la cara saliera en un primer plano. Se comprobaba que las participantes no conocían a sus controles, y se les citaba para que devolvieran la cámara fotográfica con las fotografías en la tarjeta de memoria unos días antes de la fecha de la sesión experimental fijada de mutuo acuerdo por la participante y la investigadora. Antes de comenzar la Fase Experimental, la experimentadora informaba a la participante del contenido de la sesión y, tras firmar su consentimiento, se pasaba a la selección de las fotografías de los personajes famosos. Las participantes debían seleccionar 5 personajes famosos, de entre una lista de 9, a los cuáles conociera pero por los que no sientan ningún tipo de emoción, es decir ni atracción ni rechazo. A continuación se procedía a colocar los diferentes sensores previamente preparados con los adhesivos y el gel electrolítico y se medían los niveles de resistencia eléctrica de cada uno de los canales. Tras comprobar que los registros psicofisiológicos eran correctos, la experimentadora reducía la iluminación de la habitación de la participante a un nivel de penumbra previamente establecido y cerraba la puerta dando comienzo la Fase Experimental durante la cual la participante prestaba atención a las fotografías que se presentaban a través de la pantalla del ordenador posicionado en frente de ellas. Durante esta fase las participantes visualizaban las imágenes primero con una tasa de presentación (tarea de Tasa Lenta o Rápida) y a continuación con la otra, dependiendo del grupo al que hubieran sido previamente asignadas. La experimentadora permanecía en la habitación contigua controlando el funcionamiento correcto de los aparatos. Entre las dos tareas se producía una breve pausa en la que la experimentadora entraba en la habitación de la participante sólo para indicarle que comenzaba la segunda parte de la tarea y para comprobar que la participante se encontraba cómoda y los electrodos continuaban en posición correcta. Una vez finalizada la tarea experimental, la experimentadora entraba

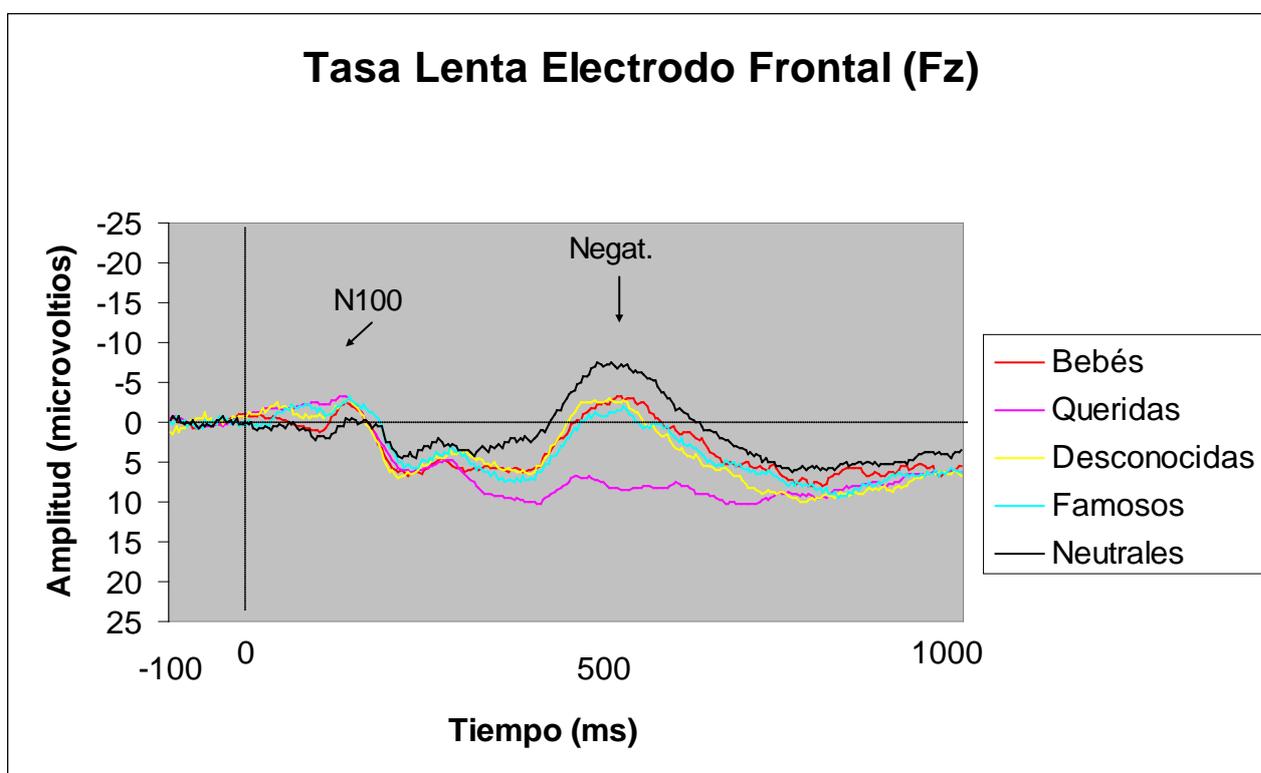
en la sala de la participante y se procedía a retirar los electrodos.

RESULTADOS

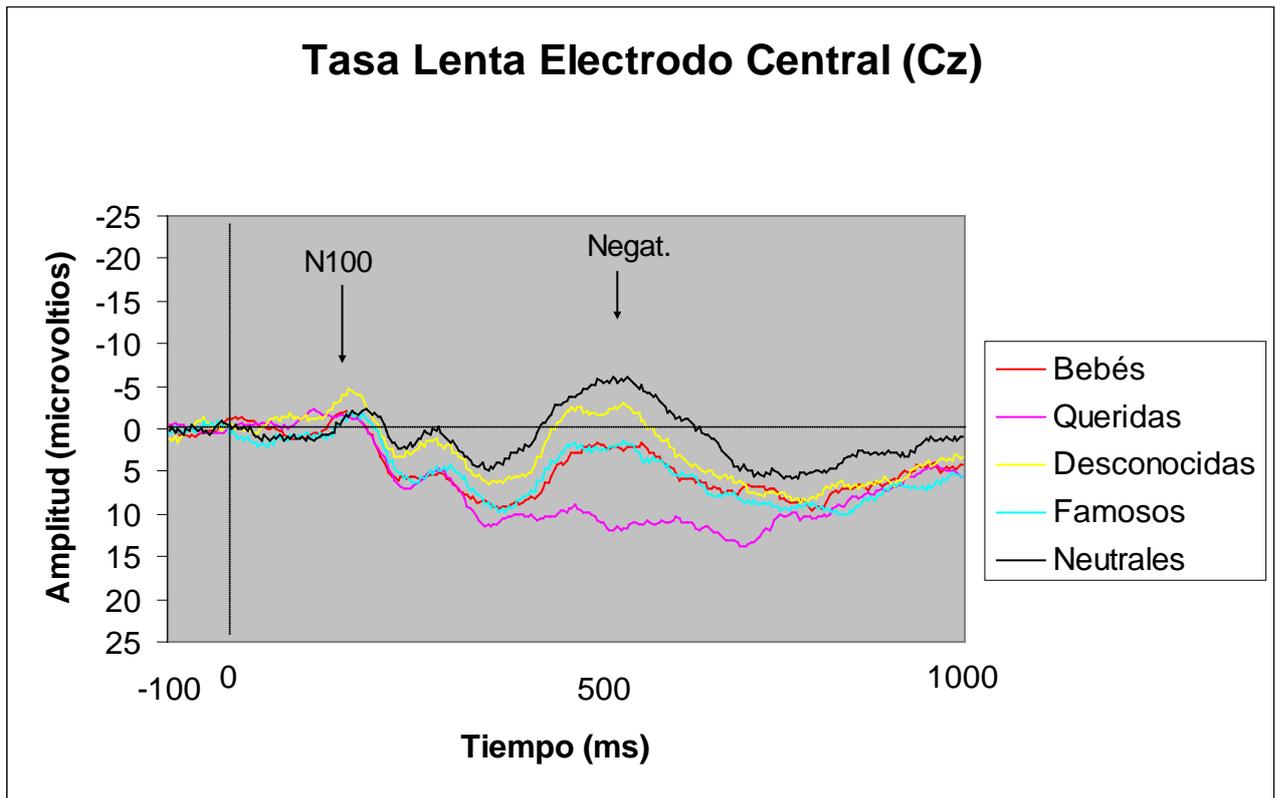
POTENCIALES EVOCADOS

TAREA DE TASA LENTA

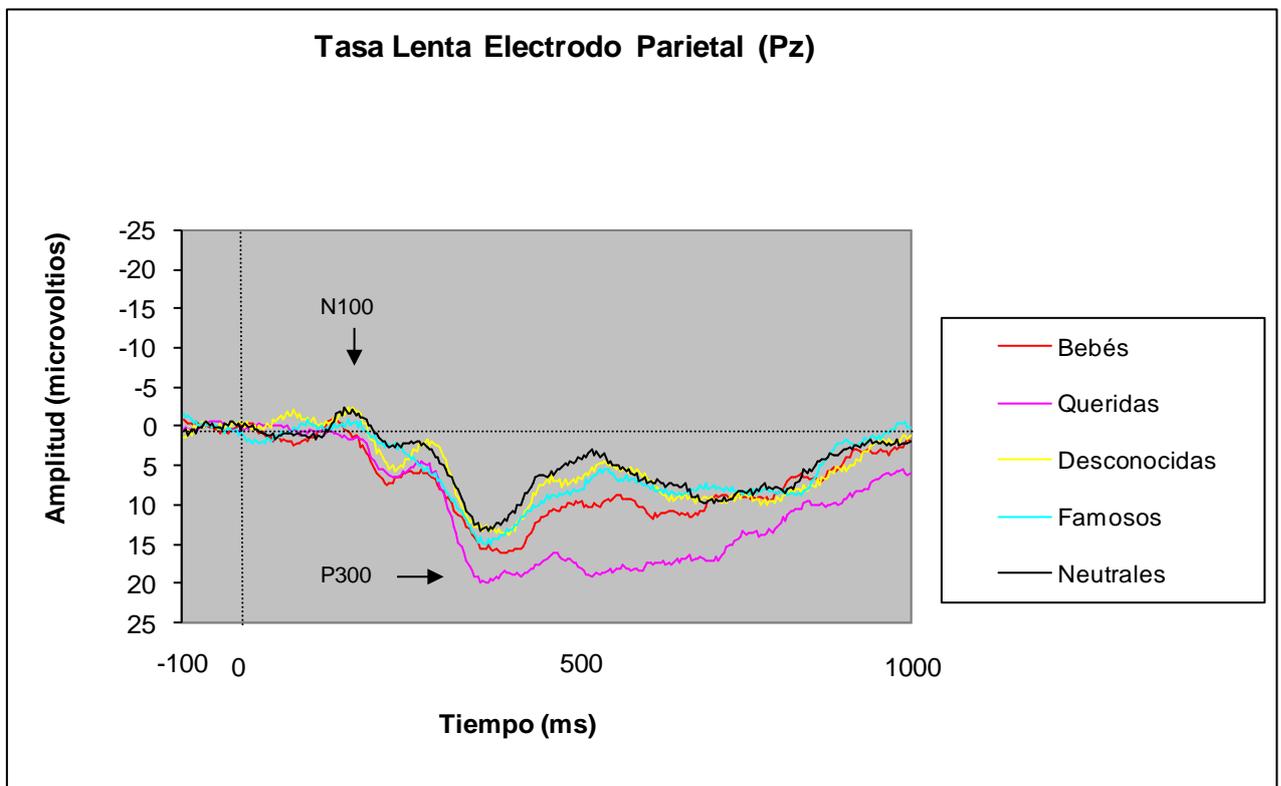
En las Gráficas 1, 2 y 3 se representan los potenciales evocados registrados desde las tres localizaciones Fz, Cz y Pz, durante la visualización de las imágenes pertenecientes a las 5 categorías descritas anteriormente a lo largo del primer segundo posterior al inicio de la imagen.



Gráfica 1.- Potenciales evocados registrados desde la localización Fz durante Tasa Lenta.



Gráfica 2.- Potenciales evocados registrados desde la localización Cz durante Tasa Lenta.



Gráfica 3.- Potenciales evocados registrados desde la localización Pz durante Tasa Lenta

En las tres gráficas anteriores pueden observarse los 3 componentes N100, P300 y la onda de Positividad/Negatividad tardía. El componente N100 presenta su latencia pico en el milisegundo 148 en la localización Cz con un valor de $-4,745 \mu\text{V}$. El componente P300, sin embargo, obtiene su máxima amplitud con $19,923 \mu\text{V}$ en el milisegundo 360 en la localización Pz. Por último, la onda de Positividad/Negatividad tardía alcanza su latencia pico negativa en la localización Fz con $-7,486 \mu\text{V}$ y su máxima amplitud positiva en la localización Pz con $7,518 \mu\text{V}$.

El análisis estadístico se realizó separadamente para la amplitud del componente N100, P300 y de la onda de Positividad/Negatividad tardía mediante un ANOVA $2 \times (5 \times 3)$.

- ***N100 en Tasa Lenta***

El resultado de este análisis muestra únicamente un efecto principal significativo del factor *localización*. El resto de los factores e interacciones no fueron significativos. El análisis *post-hoc* del efecto de las localizaciones muestra que las diferencias significativas en el componente N100 se producen siempre entre la localización Fz y el resto de las localizaciones (Cz y Pz) siendo la amplitud en la localización Fz mayor que en las otras dos localizaciones.

- ***P300 en Tasa Lenta***

Los resultados estadísticos obtenidos muestran efectos principales significativos de los factores *localización* y *categorías*. El resto de los factores e interacciones no fueron significativos. Los resultados del análisis *post-hoc* de ambos efectos muestran, en cuanto al análisis de la localización, diferencias significativas entre las localizaciones Fz y Cz así como entre las localizaciones Fz y Pz. En los dos casos el componente P300 fue mayor en la localización Pz.

En cuanto al factor *categorías*, el análisis *post-hoc* muestra diferencias significativas en las comparaciones de las categorías de personas *queridas* y *desconocidas*, en la comparación de personas *queridas* y rostros *neutrales* así como en la comparación de personas *desconocidas* y *famosos*. En los dos primeros casos este componente fue mayor para la categoría de personas *queridas*. En la última comparación fue mayor para la categoría de *famosos*.

- ***Positividad/Negatividad en Tasa Lenta***

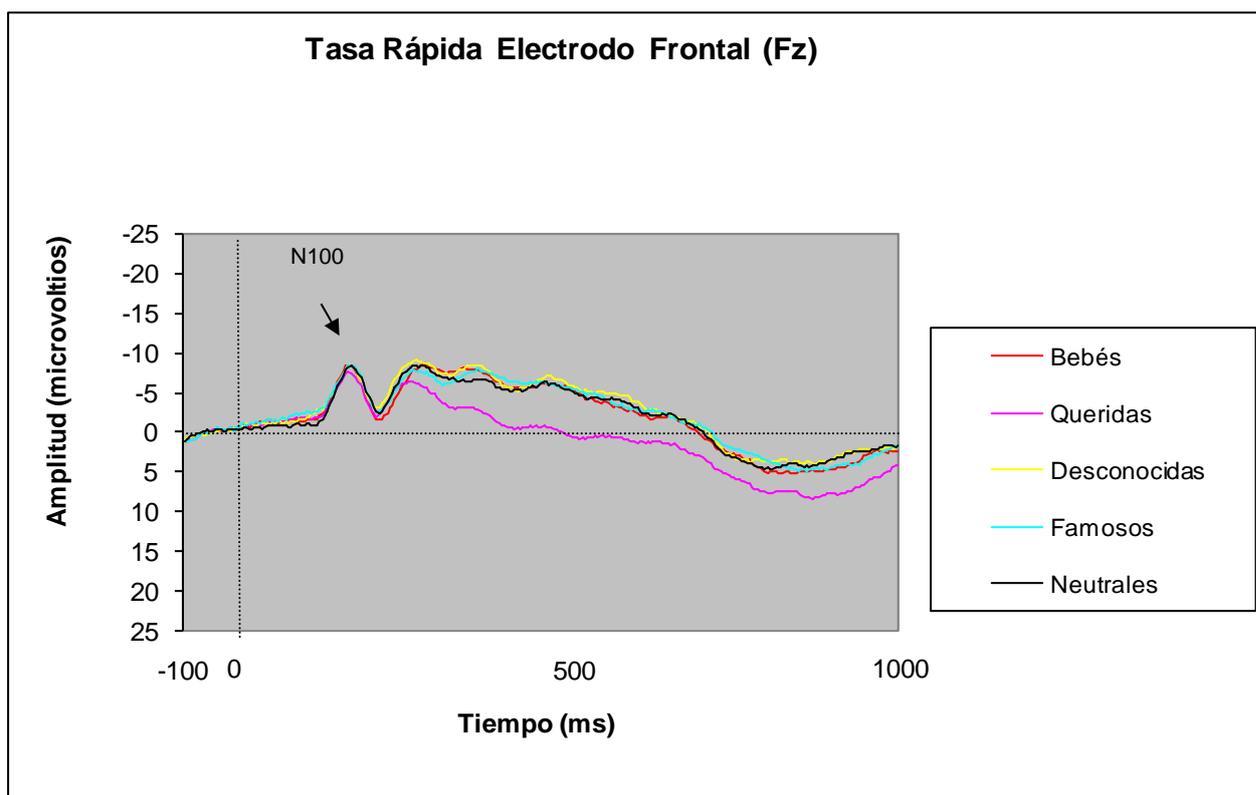
Los resultados estadísticos obtenidos muestran efectos principales significativos de los factores *localización* y *categorías*. Los resultados del análisis *post-hoc* de estos efectos muestran que las diferencias significativas se producen entre las localizaciones Fz y Cz, por una parte, y entre las localizaciones Fz y Pz, por otra, siendo la amplitud

mayor en la localización Pz y Cz. En el caso de las localizaciones Cz y Pz, las diferencias son marginalmente significativas. En los tres casos este componente fue mayor en la localización Pz.

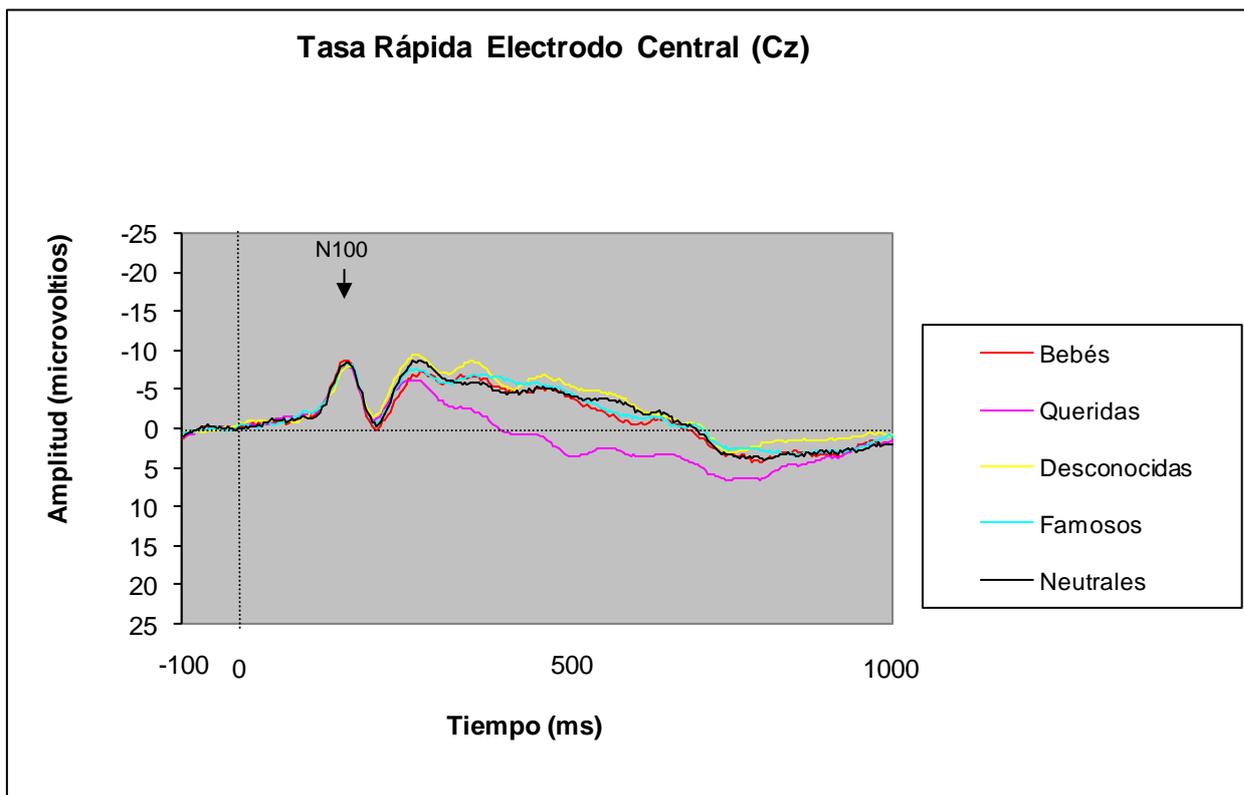
En cuanto al factor *categorías*, los resultados del análisis *post-hoc* muestran diferencias significativas entre la categoría de personas *queridas* y el resto de categorías. También se encuentran diferencias significativas entre las categorías de *bebés* y *neutrales*, entre las categorías de *famosos* y personas *desconocidas* y entre las categorías de *famosos* y rostros *neutrales*. En todos los casos, la categoría de personas *queridas* muestra el componente con mayor amplitud, seguida de las categorías de *bebés* y *famosos*, por este orden.

TAREA DE TASA RÁPIDA

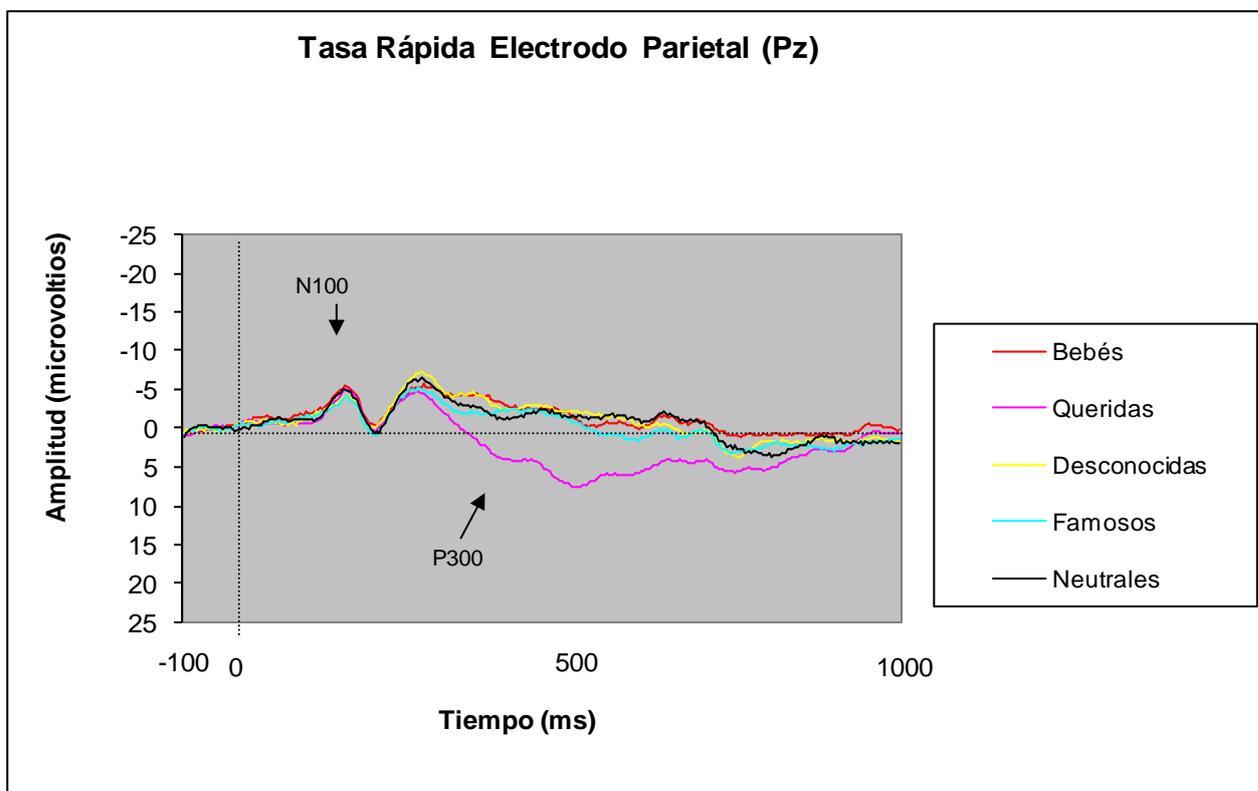
En las Gráficas 4, 5 y 6 se representan los potenciales evocados registrados desde las tres localizaciones Fz, Cz y Pz, durante la visualización de las imágenes pertenecientes a la tarea de Tasa Rápida.



Gráfica 4.- Potenciales evocados registrados desde la localización Fz durante Tasa Rápida.



Gráfica 5.- Potenciales evocados registrados desde la localización Cz durante Tasa Rápida.



Gráfica 6.- Potenciales evocados registrados desde la localización Pz durante Tasa Rápida.

En las tres gráficas anteriores pueden observarse los 2 componentes N100 y P300. El componente N100 alcanza su latencia pico en el milisegundo 148 en la localización Cz con $-8,864 \mu\text{V}$. El componente P300, sin embargo, obtiene su máxima amplitud con $4,218 \mu\text{V}$ en el milisegundo 412 en la localización Pz.

El análisis estadístico se realizó separadamente para la amplitud del componente N100 y del P300 mediante un ANOVA $2 \times (5 \times 3)$.

- ***N100 en Tasa Rápida***

Los resultados de este ANOVA muestran únicamente un efecto principal significativo del factor *localización*. El resto de factores e interacciones no fueron significativos.

Los resultados del análisis *post-hoc* del factor *localización* muestran que las diferencias significativas se producen entre la localización Fz y las otras dos localizaciones (Cz y Pz) siendo mayor la amplitud en la localización Fz.

- ***P300 en Tasa Rápida***

Los resultados deL Análisis de Varianza muestran efectos principales significativos de los factores *localización* y *categorías*. El resto de factores e interacciones no fueron significativos.

Los resultados del análisis *post-hoc* de estos efectos muestran diferencias significativas en el componente P300 en las comparaciones de las localizaciones Fz y Cz así como en la comparación de Fz y Pz. En la primera comparación el componente fue significativamente mayor en la localización Cz. En la segunda comparación el componente fue mayor en la localización Pz.

En cuanto al análisis *post-hoc* del factor *categorías*, los resultados muestran diferencias significativas entre la categoría de personas queridas y el resto de categorías. En todos estos casos este componente fue mayor para la categoría de personas *queridas*.

DISCUSIÓN

RESUMEN DE LOS RESULTADOS

TAREA DE TASA LENTA

Los potenciales evocados durante la tarea de Tasa Lenta revelaron 3 componentes claramente diferenciados: el N100, el P300 y la onda de Positividad/Negatividad tardía. El componente N100 presentaba su latencia pico en el milisegundo 148 en la localización Cz con $-4,745 \mu\text{V}$. El componente P300 obtenía su máxima amplitud con $19,923 \mu\text{V}$ en el milisegundo 360 en la localización Pz. Por

último, la onda de Positividad/Negatividad tardía alcanzó su latencia pico negativa en la localización Fz, con $-7,486 \mu\text{V}$ y su latencia pico positiva en la localización Pz con $7,518 \mu\text{V}$.

El análisis estadístico realizado de forma separada para los distintos componentes mostró los siguientes resultados:

- **Componente N100:** Este componente, que constituye una negatividad con la máxima latencia cerca de los 150 ms, varió en amplitud entre los 3 electrodos registrados con la máxima amplitud sobre el área frontal. Este componente no fue modulado por la categoría del estímulo, siendo el N100 evocado por las 5 categorías de caras con una amplitud comparable.

- **Componente P300:** Este componente tuvo una positividad máxima en torno a lo 360 ms y una localización máxima sobre Pz, como es habitual en los estudios que han registrado este componente. Las comparaciones por pares mostraron diferencias significativas entre las categorías de personas *queridas* y *desconocidas* y entre personas *queridas* y rostros *neutrales*, siendo en ambos casos la amplitud mayor en la categoría de personas *queridas*. También se encontraron diferencias significativas entre personas *desconocidas* y *famosos*, siendo la amplitud mayor en la categoría de *famosos*.

- **Positividad/Negatividad tardía:** Los resultados de los análisis estadísticos de comparaciones por pares muestran diferencias significativas en la comparación de las localizaciones Fz y Cz así como en la comparación de Fz y Pz. En el caso de la comparación Cz y Pz se encontraron diferencias significativas marginales. En los tres casos el componente de positividad fue mayor para la categoría de personas *queridas*. En las comparaciones por pares se obtuvieron diferencias significativas entre la categoría de personas *queridas* y el resto de las categorías. También se encontraron diferencias significativas entre *bebés* y *neutrales*, entre *famosos* y personas *desconocidas* y entre *famosos* y rostros *neutrales*. En todos los casos el componente de positividad tardío fue mayor para las personas *queridas*, seguidas de los *bebés* y los personajes *famosos*, en este orden.

TAREA DE TASA RÁPIDA

El análisis de los potenciales evocados durante la tarea de Tasa Rápida mostró 2 componentes claramente diferenciados: el N100 y el P300. El componente N100 alcanzó su latencia pico en el milisegundo 148 en la localización Cz con $-8,864 \mu\text{V}$. El componente P300, sin embargo, obtuvo su máxima amplitud con $4,218 \mu\text{V}$ en el milisegundo 412 en la localización Pz.

El análisis estadístico realizado separadamente para la amplitud de cada componente mostró los siguientes resultados.

- **Componente N100:** Sólo se encontró un efecto de localización. El componente N100 fue significativamente mayor en la localización Fz que en las localizaciones Cz y Pz. No hubo diferencias entre categorías.

- **P300:** Se encontraron diferencias significativas entre las localizaciones Fz y Cz, por una parte, y Fz y Pz, por otra. En ambos casos la amplitud del componente fue mayor en las localizaciones Cz y Pz. También se encontraron diferencias significativas entre categorías. En todos los casos, la amplitud del P300 fue significativamente mayor para la categoría de personas *queridas* que para el resto de categorías, que no mostraron diferencias significativas entre sí.

Los resultados anteriores nos permiten confirmar las hipótesis planteadas al inicio de la presente investigación. De este modo se confirma la hipótesis que afirmaba que la visualización de las fotografías pertenecientes a personas *queridas* por los participantes, produciría una activación psicofisiológica central diferente al resto de las condiciones experimentales denotando un mecanismo neural diverso para este tipo de procesamiento. Tal como se postulaba, estas diferencias se obtuvieron en los componentes relacionados con el procesamiento neural del significado del estímulo (los potenciales endógenos P300 y onda de Positividad/Negatividad tardía) y no en los componentes relacionados con el procesamiento de las características físicas de los mismos (el componente exógeno N100).

IMPLICACIONES TEÓRICAS

Los resultados de la presente investigación ponen de manifiesto que tanto los potenciales registrados durante la tarea de Tasa Lenta, como los registrados durante la tarea de Tasa Rápida, permiten diferenciar las caras *queridas* del resto de las caras. En ambos casos, son los potenciales endógenos P300 y la onda de Positividad/Negatividad tardía los que claramente permiten esta diferenciación. Sin embargo, hay diferencias entre ambas tareas. En la tarea de Tasa Rápida las diferencias se limitan al componente P300 y a las caras *queridas* no observándose diferencias entre el resto de categorías. En el caso de la tarea de Tasa Lenta, aparecen también diferencias significativas en el componente de Positividad/Negatividad tardío entre las categorías de *bebés* y *famosos* con respecto a las categorías de personas *desconocidas* y *neutrales*, respectivamente. Esto indica que en la tarea lenta los potenciales endógenos tardíos son también capaces de detectar las diferencias en conocimiento/familiaridad y agrado/placer dentro de las categorías de control.

La interpretación de las diferencias encontradas en los potenciales evocados puede ser diversa. En el caso del componente P300, parece que la interpretación debería realizarse en términos de categorización semántica de los estímulos (Johnson, 1988, Picton, 1992 y Pritchard, 1981). Se ha señalado que estímulos con un alto valor emocional elicitan amplitudes en el P300 mayores que estímulos que no tienen tales propiedades. En el caso de la onda de Positividad/Negatividad tardía la interpretación es más compleja. Podría entenderse que la onda de negatividad normalmente encontrada en las categorías control (*bebés, desconocidas, famosos y neutrales*), después del P300, no se produce en la categoría de personas *queridas* porque el proceso cognitivo que representa el P300 no se ha acabado aún, o porque el proceso cognitivo subyacente a la negatividad lenta tarda más en activarse. Además podría argumentarse que en esta positividad entra en juego la valencia emocional propia de las emociones positivas, y no solo la categorización/clasificación semántica, estando presente no solo en las caras de personas conocidas y queridas sino también en las caras que, aunque desconocidas, despiertan una emoción positiva, como en el caso de los *bebés*. Estas interpretaciones alternativas no pueden resolverse en el presente estudio, pudiendo ser objetivo de investigaciones futuras.

La interpretación de las medidas fisiológicas centrales puede ir encaminada a determinar que las caras de personas *queridas* provocan respuestas fisiológicas específicas que no se pueden explicar como resultado del conocimiento/familiaridad que se tiene sobre dichas caras ni como resultado del agrado/placer producido por las caras. Tampoco son explicables por la combinación de ambos aspectos: la familiaridad y el agrado. El potencial P300 en la Tarea de Tasa Rápida ante las caras de personas *queridas* parece ser específico y distinto del resto de las caras. No ocurre lo mismo en el caso de la Tasa Lenta, donde los potenciales endógenos parecen captar también la diferenciación entre rostro conocido/desconocido y entre rostro agradable/neutral. Cabe, por tanto, la posibilidad de que, en el caso de los potenciales evocados endógenos, en la Tasa Lenta, el mecanismo central del procesamiento de caras *queridas* pueda deberse a la combinación de la familiaridad con el agrado, no reflejando un mecanismo específico y distinto de procesamiento, pese a que el componente P300 se ha identificado como un componente atencional que es mayor ante estímulos poco frecuentes (poco familiares) (Kok, 2001).

En general, nuestros resultados fisiológicos son coherentes con los resultados de estudios previos utilizando imágenes del *Sistema Internacional de Imágenes Afectivas* (IAPS) con altos valores en Valencia y *Arousal*. En cuanto a los potenciales evocados mencionados, la ausencia de diferencias en el N100 es coherente con la literatura al respecto. De acuerdo con la literatura, este componente no es sensible a las diferencias semánticas o de significado psicológico, sino que más bien se relaciona con las características elementales de los estímulos, es decir, las características físicas, la luminosidad o el tamaño (Allison y col., 1999). En nuestro caso, esto indica que las diferencias encontradas en los potenciales más tardíos no se deben a las diferencias

físicas entre las fotografías sino a su significación psicológica para las participantes. Las diferencias en el P300 y en la onda de Positividad/Negatividad tardía son también coherentes con la literatura al respecto. El componente P300 se ha relacionado con el procesamiento de caras presentando amplitudes mayores hacia este tipo de estímulos que hacia otros estímulos visuales (Picton, 1992). En cuanto a la onda de Positividad/Negatividad tardía, se ha relacionado con procesos selectivos de atención que parecen depender del significado motivacional de dicho estímulo (Bradley, 2000). Los estudios del grupo de Lang confirman que la amplitud de la onda de Positividad aumenta con la intensidad emocional del estímulo (su nivel de *Arousal* emocional). Resultados similares se han encontrado con respecto a la la visualización de caras conocidas, sean familiares o aprendidas (Déniz, 2003). Sin embargo, como hemos indicado anteriormente, la familiaridad por sí sola no puede explicar las diferencias encontradas en nuestro estudio.

En conclusión, podemos afirmar que el procesamiento de caras de personas queridas provoca potenciales corticales endógenos (P300 y onda de Positividad/Negatividad tardía), localizados en la zona centro-parietal, de mayor magnitud que el procesamiento de caras con diferente nivel de conocimiento/familiaridad (famosos frente a desconocidos) y agrado/placer (bebés frente a neutrales). Estos potenciales no permiten diferenciar el nivel de conocimiento/familiaridad ni el nivel de agrado/placer de los estímulos de control cuando la tarea de visualización se presenta con una Tasa Rápida. Sin embargo, sí permiten diferenciar ambos niveles cuando la tarea de visualización se presenta con una Tasa Lenta.

En resumen, las implicaciones de nuestros resultados apuntan a la existencia de mecanismos psicofisiológicos específicos para el procesamiento afectivo y cognitivo de rostros de personas queridas que son detectables a través de medidas psicofisiológicas. Tales mecanismos no son explicables exclusivamente ni por el nivel de conocimiento/familiaridad de los estímulos presentados ni por su nivel de agrado/placer.

CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS FUTURAS

Las conclusiones de este estudio nos llevan a pensar la importancia del procesamiento de las caras de las personas con las que nos relacionamos diariamente. Como hemos podido comprobar, el procesamiento del rostro de las personas que nos resultan queridas produce en nosotros una serie de mecanismos psicofisiológicos centrales específicos. A partir de estas conclusiones sería interesante estudiar las medidas fisiológicas periféricas que acompañan a la visualización de caras de personas queridas en comparación con otras categorías de caras (positivas, neutras y negativas) utilizando el mismo paradigma de visualización de imágenes empleado en este estudio.

Los resultados de ese estudio abren una línea de investigación que pretende valorar el efecto amortiguador de la visualización de caras de personas queridas, en

comparación con otras categorías de caras (neutras y negativas), sobre la reactividad psicofisiológica y subjetiva durante tareas relacionadas con la práctica educativa como, por ejemplo, una tarea de estrés psicosocial (tarea de hablar en público) o tareas de estrés cognitivo como la realización de cálculos aritméticos.

Como comentábamos al inicio, cada emoción predispone a la persona de una manera distinta. Según Goleman (2003), en el caso del *miedo*, la sangre se retira del rostro y fluye a la musculatura esquelético-motora favoreciendo así la huida. Las conexiones nerviosas de los centros emocionales del cerebro desencadenan también una respuesta hormonal que pone al cuerpo en estado de alerta general, sumiéndolo en la inquietud y predisponiéndolo para la acción, mientras la atención se fija en la amenaza inmediata con el fin de evaluar la respuesta más apropiada. Sin embargo, según el mismo autor, los cambios biológicos producidos por la *felicidad* se corresponden con un aumento en la actividad de un centro cerebral que se encarga de inhibir sentimientos negativos y de aquietar los estados que generan preocupación, al mismo tiempo que aumenta el caudal de energía disponible. La sensación de tranquilidad que invade nuestro cuerpo hace que éste se recupere más rápidamente de la excitación biológica provocada por las emociones perturbadoras. En este sentido, el procesamiento afectivo de caras queridas, dentro de un contexto educativo, podría ayudar a producir en el alumno/a una sensación de ausencia de preocupación y de mayor tranquilidad que beneficie la resolución de tareas que requieran altos niveles de atención y procesamiento cognitivo favoreciendo así el aprendizaje significativo del alumnado. Resultaría interesante considerar el componente funcional de la emoción, es decir, cómo podemos beneficiarnos de las emociones y cómo pueden ayudarnos a ser más efectivos durante las numerosas interacciones con el entorno.

Nuestro principal interés, partiendo de las bases de este estudio, se centra en determinar científicamente cómo el procesamiento afectivo de las caras de los compañeros/as y profesores/as, dentro y fuera del aula, puede producir emociones positivas que faciliten una predisposición adecuada en el alumno/a orientada a la realización de tareas educativas. Del mismo modo, el interés recae sobre los casos en los que el procesamiento afectivo de caras lleve al alumno/a a experimentar emociones negativas más relacionadas, por ejemplo, con el miedo o la ansiedad, que desemboquen en estados de preocupación e inquietud que, a su vez, dificulten la realización de tareas escolares que requieran niveles de atención y concentración adecuados.

Las perspectivas futuras van dirigidas, por tanto, al estudio de los procesos emocionales relacionados con áreas clásicas de la psicología experimental como la atención, el aprendizaje y la memoria.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Allison, T., Puce, A., Spencer, D. D. y McCarthy, G. (1999). Electrophysiological Studies of Human Face Perception. I: Potentials Generated in Occipitotemporal

- Cortex by Face and Non-face Stimuli. *Cerebral Cortex, Vol 9, No. 5*, 415-430.
- Benson, D. F. y Zaidel, E. (Eds.) (1985). *The Dual Brain*. New York: Guilford Publications.
- Bradley, M.M. (2000). Emotion and Motivation. En J.T. Cacioppo, L.G. Tassinary y G.G. Bernston (Eds.), *Handbook of Psychophysiology* (pp 602-642). New York: Cambridge University press.
- Bruner, J.S. y Tagiuri, R. (1954). The perception of people. En G. Lindzey (Ed.), *Handbook of social psychology* (Vol.2, pp. 634-654). Reading, MA: Addison Wesley.
- Center for the Study of Emotion and Attention (CSEA-NIMH). (1994). *The international affective picture system* [IAPS: photographic slides]. FL: The Center for Research in Psychophysiology, University of Florida, Gainesville.
- Darwin, C. (1872). *The expression of the emotions in man and animals*. New York: Philosophical Library.
- Davidson, R.J. (1988). Cerebral asymmetry, affective style and psychopathology. En M. Kinsbourne (Ed.), *Hemisphere function in depression* (pp. 3-22). Washington, DC: American Psychiatric Association.
- Davidson, R.J., Mednick, D., Moss, E, Saron, C. y Schaffer, C.E. (1987). Ratings of Emotion en Faces Are Influenced by the Visual Field to Which Stimuli Are Presented. *Brain and Cognition*, 6, 403-411.
- Déniz, J. (2003). *Evidencias de la activación de dos vías de procesamiento de la identidad a partir del reconocimiento de una cara*. Tesis de Licenciatura no publicada. Instituto de Neurociencias del Centro Nacional de Investigaciones Científicas, La Habana, Cuba.
- Ekman, P. (1972). Universals and cultural differences in facial expressions of emotion. En J. Cole (Ed.), *Nebraska symposium on motivation, 1971* (pp. 207-283). Lincoln: University of Nebraska Press.
- Ekman, P. (1984). La expresión de las emociones, *Mundo Científico*, 1, 44-52.
- Ekman, P. y Friesen, W.V. (1971). Constants across cultures in the face and emotion. *Journal of Personality and Social Psychology*, 17, 124-129.
- Ekman, P. y Friesen, W.V. (1975). *Unmasking the face*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Ekman, P. y Friesen, W.V. (1976). *Pictures of facial affect*. Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press.
- Ekman, P. y Friesen, W.V. (1978). *Facial action coding system*. Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press.
- Ekman, P., Friesen, W.V., O'Sullivan, M., Chan, A., Diacoyanni-Tarlatzis, I., Heider,

- K., Krause, R., LeCompte, W.A., Pitcairn, T., Ricci-Bitti, P.E., Scherer, K.R., Tomita, M. y Tzavaras, A. (1987). Universals and cultural differences in the judgments of facial expressions of emotion. *Journal of Personality and Social Psychology*, 53, 712-717.
- Fox, N.A. y Davidson, J. (1987). Electroencephalogram Asymmetry in Response to the Approach of a Stranger and Maternal Separation in 10-Month-Old Infants. *Developmental Psychology*, Vol. 23, N 2, 233-240.
- Fox, N.A. y Davidson, J. (1988). Patterns of Brain Electrical Activity During Facial Signs of Emotion in 10-Month-Old Infants. *Development Psychology [PsyARTICLES]*, 24,2; 230-235.
- Geschwind, N. (1965). Disconnexion syndromes in animals and man. *Brain*, 88, 237-294, 585-644.
- Goleman, D. (2003). *Inteligencia Emocional*. Barcelona: Editorial Kairos.
- Haxby, J.V., Hoffman, E.A. y Gobbini, I. (2000). The distributed human neural system for face perception. *Cognitive Neuroscience*, 4 (6), 223-233.
- Henriques, J.B. y Davidson, R.J. (1991). Left Frontal Hypoactivation in Depression. *Journal of Abnormal Psychology*, Vol 100, No 4, 535-545.
- Heller, W. y Levy, J. (1981). Perception and Expression of Emotion in Right-Handers and Left-Handers. *Neuropsychologia*, Vol. 19 No 2, 263-272.
- Hunt, W.A. (1941). Recent developments in the field of emotion. *Psychological Bulletin*, 38, 249-276.
- Izard, C. E. (1971). *The face of emotion*. Nueva York: Appleton Century Crofts.
- Izard, C.E. (1979). *The maximally discriminate facial movement codings system (MAX)*. Manuscrito no publicado.
- Izard, C. E. (1993). Four Systems of emotion activation. *Psychological Review*, 100, 68-90.
- Johnsen, B. H. y Hugdahl, K. (1993). Right hemisphere representation of autonomic conditioning to facial emotional expressions. *Psychophysiology*, 30, 274-278.
- Johnson, R., Jr. (1988). The amplitude of the P300 component of the event-related potential: Review and synthesis. En P. K. Ackles, J.R. Jennings y M.G.H. Coles (Eds.), *Advances in psychophysiology* (Vol. 3, pp 69-137). Greenwich, CT: JAI Press, Inc.
- Kanwisher, N. y Moscovitch, M. (2000). The Cognitive Neuroscience of face processing: An introduction. *Cognitive Neuropsychology*, 17, 1-12.
- Klineberg, O (1938). Emotional expression in Chinese literature. *Journal of Abnormal and Social Psychology*, 33, 517-520.

- Kok, A. (2001). On the utility of P3 amplitude as a measure of processing capacity. *Psychophysiology*, 38, 557-577.
- Landis, C. (1924). Studies of emotional reactions: II, General behavior and facial expression. *Journal of Comparative Psychology*, 4, 447-509.
- Lane, R.D, Reiman, E.M., Bradley, M.M., Lang, P.J., Ahern, G.L., Davidson, R.J. y Schwartz, G.E. (1997). Neuroanatomical correlates of pleasant and unpleasant emotion. *Neuropsychologia*, Vol. 35, No. 11, pp. 1437-1444.
- Lopera, F. (2000). Procesamiento de caras: bases neurológicas, trastornos y evaluación. *Revista de Neurología*, 30 (5), 486-490.
- Matsumoto, D. y Ekman, P. (1989). American-Japanese cultural differences in rating the intensity of facial expressions of emotion. *Motivation and Emotion*, 13, 143-157.
- Millenson, J.R. (1967). *Principles of behavioral analysis*. New York: Macmillan.
- Morris, J.S, Öhman, A. y Dolan, R.J. (1998). Conscious and unconscious emotional learning in the human amygdala. *Nature*, Vol. 393, 467-470.
- Mowrer, O.H. (1960). *Learning theory and behavior*. New York: Willey.
- Munn, N.L. (1940). The effects of knowledge of the situation upon judgment of emotion from facial expression. *Journal of Abnormal and Social Psychology*, 35, 324-338.
- Oatley, K. (1992). *Best laid schemes. The psychology of emotios*. Cambridge. England: Cambridge University Press.
- Öhman, A., Lundqvist, D. y Esteves, F. (2001). The Face in the Crowd Revisited: A Threat Advantage With Schematic Stimuli. *Journal of Personality and Social Psychoogy [PsyARTICLES]*, 80, 3; 381-405.
- Picton, T.W. (1992). The P300 wave of the human event-related potential. *Journal of Clinical Neurophysiology*, 60, 456-479.
- Pritchard, W.S. (1981). Psychophysiology of P300. *Psychological Bulletin*, 89, 506-540.
- Ralph, A. (2002). Neural systems for recognizing emotion. En M. Gazznega, *the Cognitive Neuroscience*. MIT press.
- Rolls, E. (1994). A theory of emotion and consciousness, and its application to understanding the neural basis of emotion. En M. Gazznega, *the Cognitive Neuroscience*. MIT press.
- Saul, R. y Sperry, R.W. (1968). Absence of commissurotomy symptoms with agenesis of the corpus callosum. *Neurology*, 18, 307.
- Schachter , S. y Singer, J.E. (1962). Cognitive, social and psychological determinants of emotional state. *Psychological Review*, 69, 379-399.

- Sutton, S.K. y Davidson, R.J. (2000). Prefrontal brain electrical asymmetry predicts the evaluation of affective stimuli. *Neuropsychologia*, 38, 1723-1733.
- Tomkins, S. S. (1962): *Affect. Imagery. Consciousness 1: The positive affects*. Nueva York: Springer-Verlag.
- Vignal, J.P., Chauvel, P. y Halgren, E. (2000). Localised face processing by the human prefrontal cortex, stimulation-evoked hallucinations of face. *Cognitive Neuropsychology*, Vol. 17, No 1, 281-292.
- Vila, J. y Fernández-Santaella, M.C. (2004). *Trastornos psicológicos: La perspectiva experimental*. Madrid: Ediciones Pirámide.
- Watson, J.B. (1929). *Psychology from the standpoint of a behaviorist* (3rd ed.). Philadelphia: Lippincott.