



UNIVERSIDAD DE MURCIA

FACULTAD DE PSICOLOGÍA

The effect of social dimension on the emotional response:
central and peripheral reactivity

Efecto de la dimensión social en la respuesta emocional:
reactividad central y periférica

D. Vladimir Kosonogov
2015

ÍNDICE

ÍNDICE	3
1. RESÚMENES	5
1.1. RESUMEN (EN ESPAÑOL).....	5
1.2. ABSTRACT (IN ENGLISH).....	13
2. PRESENTACIÓN	19
3. MARCO TEÓRICO	23
3.1. INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO DE LA EMOCIÓN	23
3.2. ENFOQUES ACTUALES EN EL ESTUDIO DE LA EMOCIÓN	30
3.2.1. <i>El debate dimensional-discreto</i>	30
3.2.2. <i>Teorías dimensionales de la emoción</i>	31
3.2.3. <i>Estudios psicofisiológicos</i>	39
3.2.4. <i>Estudios electroencefalográficos y de neuroimagen funcional</i>	49
3.3. EFECTO DE LAS CARACTERÍSTICAS SOCIALES DEL AMBIENTE	56
3.3.1. <i>Influencia del contenido social sobre emociones: estudios psicofisiológicos periféricos</i>	60
3.3.2. <i>Influencia del contenido social sobre las emociones: actividad cerebral</i>	63
4. OBJETIVOS DE LA TESIS	69
4.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE LA TESIS	70
5. PARTE EXPERIMENTAL	73
5.1. EXPERIMENT 1:	75
SOCIAL CONTENT INFLUENCES THE SUBJECTIVE EVALUATION OF AFFECTIVE PICTURES.....	75
5.1.1. <i>Introduction</i>	75
5.1.2. <i>Methods</i>	78
5.1.3. <i>Results</i>	80
5.1.4. <i>Discussion</i>	84
5.2. EXPERIMENT 2:	89
SOCIAL CONTENT INFLUENCES PHYSIOLOGICAL REACTIONS TO AFFECTIVE PICTURES.....	89
5.2.1. <i>Introduction</i>	89
5.2.2. <i>Methods</i>	93
5.2.3. <i>Results</i>	97
5.2.4. <i>Discussion</i>	101

Efecto de la dimensión social en la respuesta emocional: reactividad central y periférica

5.3. EXPERIMENT 3:	105
THE INFLUENCE OF THE SOCIAL CONTENT OF AFFECTIVE PICTURES ON THE AUTOMATIC ATTENTIONAL CAPTURE	105
5.3.1. <i>Introduction</i>	105
5.3.2. <i>Methods</i>	108
5.3.3. <i>Results</i>	113
5.3.4. <i>Discussion</i>	123
5.4. EXPERIMENT 4:	127
SPREAD AND SPEED OF HEAD MOTION DURING PASSIVE OBSERVATION OF SOCIAL AFFECTIVE PICTURES	127
5.4.1. <i>Introduction</i>	127
5.4.2. <i>Methods</i>	129
5.4.3. <i>Results</i>	133
5.4.4. <i>Discussion</i>	135
6. CONCLUSIONES.....	137
6.1. CONCLUSIONES (EN ESPAÑOL)	137
6.2. CONCLUSIONS (IN ENGLISH)	139
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	141

1. Resúmenes

1.1. Resumen (en español)

La emoción ha sido uno de los objetos de estudio más importantes en la psicología en el transcurso de toda su historia. Otro tema bien estudiado es la percepción social que nos permite saber cómo el ambiente social puede cambiar la conducta humana. Sin embargo, la cuestión de los posibles efectos sociales sobre la vida emocional es compleja y en muchos aspectos permanece abierta. El presente trabajo estudia cómo el contenido social de los estímulos afectivos puede modificar la respuesta emocional provocada por dichos estímulos.

La revisión de la literatura científica previa ha mostrado que la influencia del contenido social sobre la respuesta emocional a los estímulos afectivos no ha sido estudiada detalladamente. Por consiguiente, el objetivo principal de la tesis era investigar esta cuestión mediante diferentes métodos y técnicas.

El objeto de nuestra investigación se centra en la expresión y experiencia emocional, medidas a través de varios métodos psicométricos, conductuales y fisiológicos en respuesta a estímulos visuales estáticos (imágenes fotográficas), y moduladas por el contenido o carga social de los estímulos. En concreto, nuestro trabajo examina en una población de voluntarios, que se supone representativa de la población general, el efecto que el contenido social de los estímulos emocionales ejerce sobre la respuesta emocional. Con este fin, la tesis se divide en dos partes principales, teórica y experimental. La parte teórica abarca sucintamente los estudios sobre la emoción y las principales teorías existentes, junto con una revisión detallada

de los principales estudios psicofisiológicos sobre la emoción, en general, y en relación con el contexto social en particular. Además, se discute el término “social” en relación con los tipos de estímulos usados en diferentes trabajos. La parte empírica consiste en los cuatros experimentos originales realizados, en los cuales se usaron varios tipos de medidas (autoinformes, fisiológicas periféricas, cerebrales y conductuales) para investigar la modulación de la respuesta emocional en relación con el contenido social o la carga social de las imágenes presentadas.

Como estímulos hemos empleado diferentes imágenes fotográficas clasificándolas atendiendo a dos dimensiones afectivas básicas – la valencia afectiva (o agradabilidad) y el arousal (o nivel de activación). En otras palabras, cada imagen se percibe como desagradable o agradable (en una escala de 1 a 9 puntos) y como débil o activadora (en una escala de 1 a 9). Para operativizar el término “social” hemos revisado la literatura y decidimos, en primer lugar, dividir los estímulos sociales en tres categorías del contenido social (sin personas, con una persona y con dos o más personas interactuando) y, en segundo lugar, introducir una escala de autoinforme denominada “interacción social”, mediante la cual los participantes pudieran evaluar si una imagen representa poca o mucha interacción social. En otras palabras, en cada experimento los participantes vieron nueve categorías de imágenes: desagradables sin personas, con una persona y con dos o más personas; neutras sin personas, con una persona y con dos o más personas; agradables sin personas, con una persona y con dos o más personas.

La parte experimental de la tesis consta de en cuatro estudios. En el Experimento 1 obtuvimos la evaluación subjetiva de una muestra de imágenes afectivas para disponer de una base de imágenes equiparadas en las dimensiones afectivas y en la nueva dimensión de interacción social para usarlas en otros estudios. Además, exploramos las relaciones entre las puntuaciones de las mencionadas dimensiones y realizamos un análisis factorial (161 participantes).

En el Experimento 2 estudiamos varios índices periféricos, que incluían la actividad electrodérmica y actividad electromiográfica facial, así como la respuesta

de parpadeo reflejo de sobresalto en 73 participantes durante la observación pasiva de imágenes afectivas (9 en cada de 9 grupos). Las imágenes se presentaban durante 6 segundos con un intervalo de 12-22 segundos. El estímulo acústico de sobresalto aparecía en 54 de 81 ensayos (6 de 9 imágenes en cada de 9 categorías) 3500, 4000 o 4500 segundos después de la aparición de la imagen. La respuesta de parpadeo se registraba mediante electrodos colocados debajo del ojo izquierdo; la actividad electrodérmica se obtenía mediante electrodos colocados en las eminencias tenar e hipotenar de la mano izquierda; la actividad electromiográfica del músculo corrugador superciliar se obtenía mediante electrodos de superficie colocados sobre la ceja izquierda.

En el Experimento 3 investigamos la respuesta cerebral, mediante el estudio de potenciales evocados, durante una tarea atencional (paradigma de atención exógena), empleando como estímulos distractores imágenes afectivas con diferente carga social. 24 participantes veían las imágenes (12 de cada una de las 9 categorías tres veces). Las imágenes se presentaban durante 500 milisegundos con un intervalo de 3500 milisegundos. En el centro de cada imagen estaban escritos cuatro dígitos. Los participantes tenían que pulsar un botón del teclado tan correcto y rápido como fuera posible si el segundo y el tercer dígito eran pares o impares, y el otro botón si un dígito era par y el otro era impar. Eligimos este paradigma porque, como han demostrado los estudios anteriores, los potenciales evocados del electroencefalograma son sensibles a esta tarea y proporcionan información relevante en los estudios sobre la emoción. En lo tocante al electroencefalograma, recurriendo a los estudios previos, decidimos buscar picos en las localizaciones anteriores (F3, Fz, F4, C3, Cz y C4) en las ventanas temporales de 150 – 224 ms (componente N1a), 224 – 276 ms (componente P2a) y 276 – 360 ms (componente N2a); en las localizaciones posteriores (P3, Pz, P4, O1, Oz, O2) usamos las ventanas temporales de 150 – 224 ms (componente P2p), 224 – 276 ms (componente N2p) y 276 – 450 ms (componente P3p). En estas ventanas buscábamos los picos máximos de amplitud y sus latencias para los componentes positivos y los picos mínimos de amplitud y sus latencias para

los componentes negativos. También registrábamos el porcentaje de aciertos y el tiempo de reacción de las respuestas correctas.

En el Experimento 4 introducimos una técnica novedosa para la captación de los movimientos de cabeza, durante la observación pasiva de las imágenes, como indicadores del estado emocional y de la predisposición a la acción. 45 participantes veían las imágenes (12 en cada de 9 categorías) en la posición vertical. En la frente tenían dos leds (diodos emisores de luz) en una banda de goma. Un controlador Wii Remote estaba a 25 centímetros sobre los leds. Usamos dos métodos del cálculo de los movimientos de cabeza que usualmente se usan en la técnica de posturografía: la dispersión mediolateral y anteroposterior y la velocidad de los movimientos de cabeza.

Las imágenes agradables se valoraron como las más sociales según la evaluación subjetiva (Experimento 1). Además, observamos una correlación positiva entre la escala de interacción social y las escalas de valencia afectiva y activación en las puntuaciones de imágenes agradables. En otras palabras, cuanto más social es una imagen agradable, tanto más agradable y activadora se percibe. Este efecto no se encontró para las imágenes neutras y desagradables. El análisis factorial de las imágenes con dos o más personas reveló que la interacción social influía sobre el factor de valencia afectiva y, en menor grado, sobre el factor de activación. El contenido social (número de personas) y la interacción social (percibida) son dos variables que específicamente están relacionadas con estímulos agradables. Los estímulos agradables no requieren una respuesta urgente y sirven de señales en la exploración del ambiente. Por consiguiente, las reacciones a estímulos agradables pueden ser influidos por otros factores en comparación con las reacciones a estímulos desagradables. Y uno de estos factores, al parecer, es la carga o contenido social, como sugieren nuestros datos.

Curiosamente, la actividad electromiográfica del músculo corrugador superciliar era mayor en respuesta a imágenes desagradables con una persona que a imágenes desagradables sin personas (Experimento 2). Este efecto podría estar

relacionado con la función de la evolución de la expresión facial: es muy útil en la comunicación “uno a uno”, en relación con la información sobre el estado emocional de la otra persona, y puede ser menos útil durante la observación de una interacción social de los demás (porque el observador no siempre es una parte de la interacción), y todavía menos útil cuando no hay personas en la escena. Esta interpretación se apoya en los datos anteriores que muestran que la observación de las expresiones faciales afectivas de otras personas provoca en el observador un patrón de actividad facial correspondiente a la cara observada, lo que puede estar relacionado con el mimetismo y el contagio emocional, ambos implicados en la comunicación social.

Además, la actividad electrodérmica era mayor cuando los participantes vieron las imágenes desagradables con una persona que cuando vieron las imágenes desagradables sin personas y con dos o más personas. Los datos previos procedentes de estudios de neuroimagen han demostrado que las imágenes que representan las expresiones faciales desagradables provocan una mayor actividad electrodérmica que las escenas desagradables que no contienen ningún ser humano (por ejemplo, los accidentes de tráfico), y simultáneamente provocan una mayor activación de la amígdala derecha.

Estos dos datos nos permiten decir que la situación social “uno a uno” es específica y provoca cierto estado de incertidumbre. Para explicar este resultado recurrimos al efecto del espectador, que consiste en que los espectadores de unas situaciones de emergencia suelen ser más responsables y ayudar a las víctimas si están solos que cuando forman parte de un grupo. Por el contrario, cuando hay más gente, la responsabilidad se difunde, y es menos probable que un observador actúe. Este efecto parece manifestarse en los patrones de la actividad periférica registrados por nosotros. Sin embargo, la modulación emocional de la respuesta de parpadeo no fue influida por el contenido social. Una interpretación de este resultado podría ser que la base cerebral de la percepción social es tan difusa que no puede modular directamente una respuesta tan rápida como la de parpadeo.

En la tarea atencional en la que empleamos imágenes afectivas como estímulos

distractores, las imágenes con dos o más personas provocaron una respuesta conductual más rápida (Experimento 3), lo que interpretamos a la luz de la teoría de la facilitación social que postula que los seres humanos desempeñan unas tareas mejor en presencia de otras personas gracias a un aumento de la activación o “arousal”. Este efecto conductual iba acompañado de la modulación de los potenciales evocados electroencefalográficos. Así, la latencia de los componentes N1a, P2a, P2p, N2a y N2p era más corta. Dado que estos componentes reflejan la discriminación temprana de estímulos, la selección de respuesta y la captura atencional, podemos suponer que los estímulos sociales son de una importancia especial para los seres humanos, y que estos estímulos deben ser procesados y respondidos rápidamente. La amplitud de los componentes N2a y P3 era mayor en la respuesta a imágenes con una y dos o más personas. La amplitud de N2a y P3 refleja la cantidad de recursos atencionales. Por lo tanto, las imágenes con un contenido más social parecen requerir más recursos de atención o un procesamiento más profundo. Este dato indica que el procesamiento de tales estímulos es más rápido, pero requiere más recursos.

La dispersión espacial de los movimientos de cabeza era menor durante la visión de imágenes agradables con una y dos o más personas que durante la visión de imágenes agradables sin personas (Experimento 4). Estos datos están de acuerdo con los resultados anteriores sobre la "reacción de la inmovilidad sin miedo", un fenómeno que está relacionado con la detección de señales de seguridad en las actividades prosociales de los mamíferos que llevan a la relajación y la sensación de seguridad en un entorno social agradable. Este hallazgo está de acuerdo con una visión evolucionista que supone que el ambiente social agradable provoca una sensación de seguridad que puede provenir de la naturaleza social de los seres humanos, que a lo largo de la evolución les ha permitido sobrevivir gracias a sus habilidades de interacción en grupo.

En conjunto, los estudios que se presentan en esta tesis permiten conocer en parte la influencia que las características sociales del ambiente pueden ejercer sobre

nuestras emociones. Hemos observado que las imágenes agradables se perciben como más agradables si contienen carga social. Simultáneamente tales imágenes provocan un estado de seguridad que se expresa en un menor cambio postural. También hemos encontrado unos indicadores cerebrales del efecto de facilitación social. Los acontecimientos sociales se procesan más rápido y con mayor asignación de recursos cerebrales. Y por último, las medidas periféricas, como la actividad electrodérmica y la actividad del músculo corrugador superciliar, son más sensibles a las imágenes desagradables con una persona sola, lo que nos permite suponer una especificidad de la comunicación uno a uno que puede provocar con más facilidad el miedo o concentrar los recursos en una respuesta adecuada.

En conclusión, el contenido social influye sobre las reacciones fisiológicas y conductuales a los estímulos afectivos.

1.2. Abstract (in English)

Emotions have been one of the most important subjects of study in Psychology in the course of its history. Another well-studied topic is the social perception that helps us to understand how the social environment influences human behavior. However, the question of the possible social effects on the emotional life is complex and in many aspects remains largely unexplored. The present thesis is addressed to study how the social content of affective stimuli can modulate different responses provoked by such stimuli.

The review of scientific literature confirms that the influence of social content on the emotional response to affective stimuli has not been studied in detail. Therefore, the main aim of the present work was to investigate this question using different methods and techniques.

The purpose of our research focuses on emotional experience and expression, measured by various psychometric, behavioral and physiological methods in response to visual static stimuli (photographic pictures) and modulated by the social content or social load of these stimuli. In particular, our work examined the effect that the social content of affective stimuli had on the emotional response in a population of student volunteers, supposedly representative of the general population. The thesis is divided into two main sections, theoretical and experimental. The theoretical section briefly describes the main theories and the previous studies on emotion and reviews in detail the psychophysiological studies on emotion, in general terms and also, and more specifically, in relation to the social context. In addition, the concept "social" is discussed in regard to the types of stimuli that were used in different studies. One of the main problems was to establish a criterion for "social content" or "social load", since different authors interpret the term "social" differently. The empirical section is devoted to the four original experiments in which various types of variables (central

and peripheral physiological measures, together with behavioral and self-report indices) were used to study the modulation of emotional response as a function of the social content of the presented pictures.

We employed different photographic pictures and classified them according to two main affective dimensions - affective valence (or pleasantness) and arousal (or level of activation). In other words, each picture is perceived as pleasant or unpleasant (in a scale from 1 to 9 points) and as weak or strong (in a scale from 1 to 9 points). To operationalise the term "social" we reviewed the literature and decided, first, to divide social stimuli into three categories of social content (without people, with one person with two or more interacting people) and, second, to introduce a self-report scale, "social interaction", that participants could use to evaluate the degree of social interaction depicted on the picture. In other words, in all experiments participants watched nine categories of pictures: unpleasant without people, with one person, and with two or more people; neutral without people, with one person, and with two or more people; and pleasant without people, with one person, and with two or more people.

The experimental part of the thesis consists of four studies. In Experiment 1 we obtained the subjective ratings of a sample of affective pictures from 161 participants, which allowed us to build a set of pictures balanced in the affective dimensions and in the new dimension, "social interaction", in order to use them in the following experiments. In addition, we investigated the relationships between the scores obtained in the aforementioned dimensions and conducted a factor analysis on them.

In Experiment 2 we measured peripheral variables: electrodermal activity, electromyographic activity of corrugator supercilii muscle and startle blink response in 73 participants during the passive observation of affective pictures (9 in each of 9 categories) that varied in their social content. Pictures were presented for 6 seconds with an intertrial interval of 12-22 seconds. The acoustic startle probe appeared in 54 of the 81 pictures (6 of 9 pictures in each of the 9 conditions) at 3500, 4000 or 4500 ms after picture onset. The startle reflex was measured from orbicularis oculi muscle

beneath the left eye; electrodermal activity was obtained from the thenar and hypothenar eminences of the left hand, and the corrugator supercilii electromyographic activity was recorded from the surface above the left brow.

In Experiment 3 we investigated the brain activity using the evoked potentials of the electroencephalogram during an attentional task, by means of an exogenous attention paradigm, in which affective pictures with different social content were presented as background distractors. Twenty-four participants were asked to watch the pictures (12 in each of category presented 3 times). Pictures were presented for 500 ms with an intertrial interval of 3500 ms. In the centre of every picture there were four yellow Arabic digits. Participants were asked to press a key from a keyboard as accurately and rapidly as possible if the second and the third digits were both even or odd, and a different key if one of them was even and the other was odd. We chose this behavioural paradigm because, as shown by previous research, the evoked potentials of the electroencephalogram are quite sensitive to this task and have been very useful in previous emotion studies. Regarding the electroencephalogram activity and according to the previous literature, we decided to find peaks for anterior sites (F3, Fz, F4, C3, Cz, and C4) in the temporal windows of 150 – 224 ms (N1a component), 224 – 276 ms (P2a component), and 276 – 360 ms (N2a component); for posterior sites (P3, Pz, P4, O1, Oz, O2) we used temporal windows of 150 – 224 ms (P2p component), 224 – 276 ms (N2p component), and 276 – 450 ms (P3p component). In these time windows we found the maximum amplitude peaks and their latencies of positive components and the minimum amplitude peaks and their latencies for negative components. We also measured the accuracy (percentage of hit points) and the reaction time (in milliseconds) of correct responses.

In Experiment 4 we introduced a new technique for measuring the head movements during the passive observation of pictures as an indicator of emotional state and the predisposition to act. Fifty-four participants were instructed to view the pictures (12 in each of 9 categories) and they were required to stay still. Two light-emitting diodes on a rubber band were attached on their forehead. A Wii Remote

controller was positioned 25 cm above the light-emitting diodes. We used two ways of calculation of body movements that are typically used in posturography: the spread in the medial-lateral and anterior-posterior axes and the speed of body movements.

According to the subjective evaluation results obtained in Experiment 1, pleasant pictures were rated as the most social ones. In addition, we observed a positive correlation between the social interaction ratings and the affective valence and arousal ratings of pleasant pictures. In other words, the more social a pleasant picture is, the more pleasant and arousing it is. A similar effect for neutral and unpleasant pictures was not observed. The factor analysis conducted on pictures depicting two or more persons showed that social interaction influenced the affective valence factor and, to a lesser extent, the arousal factor. Social content (number of people) and the perceived social interaction, therefore, are two variables that are especially related to pleasant stimuli. Pleasant stimuli do not require an urgent involvement, and they serve as a cue to pursue a goal or to explore the environment. Hence, the reactions to pleasant stimuli may be more influenced by other factors than the reactions to unpleasant stimuli. And one of these factors seems to be social content, as our data show.

Interestingly, in Experiment 2 the electromyographic activity of the corrugator supercilii muscle was greater in response to unpleasant pictures with one person than in response to unpleasant pictures without people. This effect might be linked to the evolutionary function of facial expression: it is highly useful in one-to-one communication, related to the information about the emotional state of the other person, and it can be less useful during observation of others' social interaction (because the observer may not be a part of the interaction), and still less useful when there are no people in the scene. This interpretation is supported by previous data showing that viewing affective facial expressions of other people leads subjects to display a facial activity pattern related to the observed face, which may be related to mimicry and emotional contagion, both involved in social communication.

In addition, electrodermal activity was greater when the participants watched

unpleasant pictures with one person than when they watched unpleasant pictures without people and with two or more people. Previous data coming from neuroimaging studies have shown that pictures depicting unpleasant facial expressions provoke greater electrodermal activity than unpleasant scenes - that did not contain any human being (e.g., car accidents) - as well as greater activation of the right amygdala.

These data allow us to think that the "one-to-one" social situation is specific and causes a state of uncertainty. To explain this result we referred to the bystander effect that consists in that in emergency situations observers are usually more responsible and help victims if they are alone, but not in a group. On the contrary, when there are more people, the responsibility is diffused, and it is less probable that an observer would act. This effect seems to manifest itself in the patterns of peripheral activity that we obtained. However, the startle blink response was not influenced by the social content. An interpretation of this effect could be that the brain underpinnings of social perception are so diffuse that they cannot directly modulate a quick response such as the startle blink reflex.

In the attentional task with affective pictures as distractors, pictures with two or more people provoked a faster response (Experiment 3). We interpret this result in the light of the theory of social facilitation that postulates that humans perform a task better in the presence of others as a consequence of the increase of arousal. This behavioural effect was accompanied by the modulation of evoked potentials of EEG. Thus, the latency of the N1a, P2a, P2p, N2a and N2p waves was shorter. Since these components reflect early stimulus discrimination, response selection and attentional capture, we can assume that social stimuli are of special importance for humans, and they are processed and responded rapidly. The amplitude of the N2a and P3 waves was larger in response to pictures with one person and two or more people. N2a and P3 amplitude reflects the amount of attentional resources. Therefore, pictures with more social content seem to require increased attentional resources or a deeper processing. This finding shows that the processing of social stimuli is faster but

requires more resources.

The spatial spread of head movement was lesser when viewing pleasant pictures with one and two or more people than during the viewing of pleasant pictures without people (Experiment 4). These data are in accordance with the previous results upon the “immobility-without-fear reaction” phenomenon that is related with the detection of safety cues in pro-social activities of mammals that lead to the relaxation and feelings of safety in a positive social environment. This finding is consistent with an evolutionary theory that assumes that a pleasant social environment causes a sense of security that might come from the social nature of human beings that throughout the evolution has allowed them to survive thanks to their communicative skills.

The studies presented in this thesis provide an insight about the influence that social characteristics of the environment may have on our emotions. We have observed that pleasant pictures are perceived as more pleasant if they have a social content. Simultaneously such pictures cause a state of safety that is expressed in a lesser postural spread. We have also found some brain indicators of social facilitation. Social events are processed faster and with a greater allocation of brain resources. And finally, peripheral measures such as electrodermal activity and corrugator supercillii activity are more sensitive to unpleasant pictures with one person, allowing us to consider the one-to-one communication as a specific one that can easily cause fear or require the allocation of resources to produce an adequate and/or response.

In conclusion, social content influences the physiological and behavioural reactions to affective stimuli.

2. Presentación

La Psicofisiología Social, que algunos autores denominan también Neurociencia Social, es una especialidad científica que mediante diferentes técnicas biológicas estudia las relaciones entre los fenómenos cerebrales, corporales y conductuales y la conducta social, en particular la comunicación, en el ser humano y en otras especies sociales. Ocupa la frontera entre la Psicología Social, que se centra en los fenómenos conductuales y psicológicos procedentes de la interacción social, y la Psicofisiología y otras disciplinas neurocientíficas que, aplicando métodos biológicos, estudian relaciones entre actividad fisiológica, por un lado, y conducta y procesos mentales, por otro.

Hoy en día esta especialidad propone varios enfoques fructíferos respecto a muchos aspectos de nuestra vida social, como la percepción, el pensamiento o el lenguaje. La emoción también es uno de sus objetos de estudio y, como se verá a lo largo de este trabajo, se han realizado diversas investigaciones para estudiar la influencia de la carga o contenido social del ambiente o contexto en la experiencia y expresión emocional. Sin embargo, aún quedan algunos aspectos por aclarar. Uno de los principales problemas consiste en la selección del criterio de lo que se llamaría “carga” o “contenido social”, dado que diferentes autores interpretan de diferentes formas el término “social”.

El objeto de nuestra investigación se centra en la experiencia y expresión emocional, medidas por medio de varios métodos psicométricos, conductuales y fisiológicos, en respuesta a estímulos visuales estáticos (imágenes fotográficas), y

moduladas por el contenido o carga social de los estímulos. En concreto, nuestro trabajo estudiará en una población de estudiantes voluntarios, que se presume representativa de la población general, el efecto que el contenido social de los estímulos emocionales ejerce sobre la respuesta emocional. Con este fin, la tesis se divide en dos apartados principales, teórico y experimental. El apartado teórico describe brevemente los estudios sobre la emoción y las principales teorías existentes, junto con una revisión detallada de los principales estudios psicofisiológicos sobre la emoción, en general, y en relación con el contexto social en particular. Además, se discute el concepto “social” en relación con los tipos de estímulos utilizados en diferentes trabajos. El apartado empírico se dedica a los cuatro experimentos originales realizados, en los cuales se utilizaron varios tipos de medidas (fisiológicas periféricas, cerebrales, conductuales y autoinformes) para estudiar la modulación de la respuesta emocional en relación con el contenido social de las imágenes presentadas.

En conjunto, los estudios que se presentan permiten entender la influencia que las características sociales del ambiente pueden ejercer sobre nuestras emociones. En perspectiva podría ser aplicable en amplios campos prácticos, desde la psicoterapia individual hasta la pedagogía social. Por un lado, se puede llegar a conocer si el contenido social de los estímulos, en este caso afectivos, consigue capturar en mayor o menor medida la atención, o provocar respuestas de mayor o menor intensidad en las personas. Por otro, grupos específicos de sujetos con problemas de tipo emocional o con dificultades en las relaciones interpersonales podrían beneficiarse de un mejor conocimiento de cuáles son las reacciones en la población general ante los estímulos afectivos sociales. También los resultados permitirían mejorar la clasificación y la selección de estímulos emocionales para futuros estudios que empleen este tipo de estímulos.

Los apartados dedicados a trabajos experimentales están en inglés, en primer lugar, para optar al Doctorado Internacional y, en segundo lugar, para su remisión a revistas científicas internacionales. Por último, hay que añadir que este trabajo ha

sido financiado mediante una beca de Formación de Profesorado Universitario del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte¹.

¹ La referencia de la beca es AP20125951

3. Marco teórico

3.1. Introducción al estudio de la emoción

Dado que en Psicología, a pesar de su ya larga historia, ninguna corriente es predominante, es menester comenzar el trabajo con la definición de los conceptos bajo estudio y del método aplicable. En este trabajo, que trata de las emociones, este camino se considera importante, ya que cada religión, cada filósofo y cada escuela psicológica tienen sus ideas sobre la vida emocional (Panksepp, 1982).

Probablemente, uno de los primeros en usar un método científico riguroso fue el gran naturalista **Charles Darwin** (Darwin, 1872) quien consideró las emociones desde el punto de vista evolucionista. Pensaba que no sólo las características anatómicas y fisiológicas se heredan y sufren modificaciones según las leyes evolutivas, sino también los rasgos conductuales. Estudió la expresión emocional en varias especies de mamíferos y resaltó que muchas reacciones emocionales pueden ser entendidas a lo largo de la historia filogenética. Destacó la existencia de un conjunto de emociones básicas, como alegría, sorpresa, miedo, tristeza, ira y asco. Cada emoción, según Darwin, es el rudimento de un movimiento que fue útil en los niveles evolutivos inferiores, pero ahora no sirve para la adaptación (como el cóccix es rudimento de la cola). Por ejemplo, cuando uno está en estado de ira, se puede observar cómo muestra los dientes. En nuestros días, en la mayoría de sociedades la gente no se muerde, pero para sus antepasados la capacidad de mostrar los dientes y usarlos en caso de necesidad era imprescindible para la supervivencia. Las ideas de

Darwin fueron revolucionarias, porque borraban las fronteras entre los humanos y otros animales, al menos, en el caso de expresión emocional.

William James (1884) y **Carl Georg Lange** (1885) propusieron de forma independiente la teoría periférica de emociones según la cual una emoción se desencadena por la actividad vegetativa y somática causada por estímulos afectivos. La sensación de esta actividad se experimenta subjetivamente como una emoción. Esta idea puede ser expresada con otras palabras de la siguiente forma: un estímulo provoca cambios fisiológicos y somáticos que, a su vez, al ser percibidos producen una emoción (Figura 1). James lo ejemplificó con su famosa máxima: sentimos tristeza porque lloramos; tenemos miedo porque temblamos. Por tanto, los cambios periféricos, tradicionalmente percibidos como consecuencias de emociones, se consideran en esta teoría causas de emociones. A diferencia de James, para quien las emociones eran resultado de la actividad de diferentes sistemas como el somático, visceral y motor, Lange definía las emociones como resultados de cambios en el sistema cardiovascular.

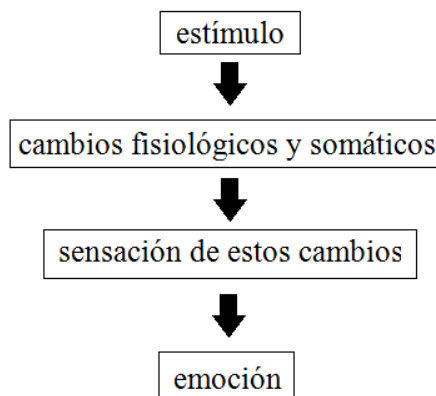


Figura 1. El mecanismo de desencadenamiento de la emoción según el modelo de James-Lange.

Sin embargo, la teoría de James y Lange no podía resistir las críticas. Las principales críticas provinieron principalmente de Walter B. Cannon (1927), quien las planteó del siguiente modo:

1. La separación total de las vísceras del sistema nervioso central no cambia la conducta emocional. En estas condiciones, los gatos mostraban el típico comportamiento de ira en respuesta a un perro que ladraba.

2. Los mismos cambios viscerales tienen lugar durante unos estados emocionales muy diferentes y durante estados no emocionales.

3. La inyección de sustancias que producen una activación visceral típica de estados emocionales no produce emociones, aunque puede reforzar las emociones ya existentes.

4. Los cambios viscerales son muy lentos para provocar directamente la experiencia de la emoción.

Walter Bradford Cannon y **Philip Bard** (Cannon, 1927) propusieron una teoría alternativa denominada “teoría central de las emociones” según la cual la emoción surge en el encéfalo donde aparece el afecto subjetivo y de donde parte la inervación hacia los órganos somáticos y viscerales (Figura 2). O en otras palabras, la activación no ocurre antes del afecto subjetivo, sino que ambos tienen lugar simultáneamente. El centro que activa ambos fenómenos se ubicaría en el tálamo. Estudios posteriores de Bard atribuyeron al hipotálamo un papel más destacado en las emociones, corroborado por los trabajos experimentales de Walter Hess de estimulación eléctrica intracraneal (1957).

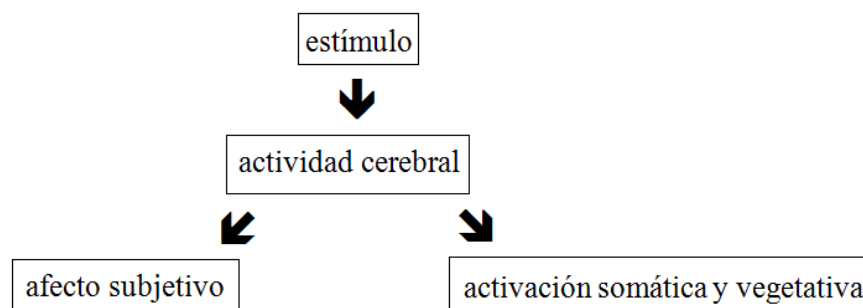


Figura 2. El mecanismo de la emoción según el modelo de Cannon-Bard.

La teoría de Papez y MacLean deriva de la teoría de Cannon y Bard, aunque difieren en las áreas cerebrales responsables de la emoción. **James Papez** (1937) propuso un circuito cerebral emocional en el que la activación va a través del hipocampo, los cuerpos mamilares, el núcleo anterior del tálamo, la corteza cingulada, la circunvolución parahipocámpica, corteza entorrinal y vuelve al hipocampo. **Paul MacLean** (1950) elaboró el trabajo de Papez y añadió la corteza prefrontal, el septum y la amígdala al circuito que nombró *sistema límbico*. Ahora se sabe que estas regiones participan en muchos procesos cognitivos y no tienen que ser consideradas como una red o sistema emocional específico. Por ejemplo, el hipocampo es responsable del procesamiento de estímulos olfatorios, la consolidación de memoria y la conducta espacial (Moser & Moser, 1998). Igualmente otras regiones, por ejemplo la corteza orbitofrontal, no incluida en el sistema límbico, son importantes en la experiencia de las emociones (Rolls, 2000). A lo largo de los años los trabajos de Rolls subrayan el papel de la corteza orbitofrontal para añadir o asignar valor emocional a los diferentes estímulos sensoriales.

En la segunda mitad del siglo XX diversos investigadores estudiaron las regiones cerebrales responsables de las diferentes manifestaciones de las emociones. Una red cerebral que está ligada con el procesamiento emocional es el sistema de refuerzo. **James Olds** y **Peter Milner** (1954) encontraron lo que denominaron “centro de placer” en el cerebro de ratas. Las ratas solían permanecer, o volver rápidamente, a la parte de la jaula donde eran estimuladas en el septum y el núcleo accumbens. Estudios posteriores permitieron afirmar que la mayoría de sinapsis del sistema de recompensa tiene una naturaleza dopaminérgica y une las siguientes regiones encefálicas: la sustancia negra, el área tegmental ventral, el cuerpo estriado, la amígdala, el núcleo accumbens, el hipotálamo, el septum, la corteza cingulada anterior, la corteza prefrontal ventromedial y la corteza orbitofrontal. El sistema de refuerzo interviene cuando se consumen o experimentan refuerzos naturales y es imprescindible para el aprendizaje, tanto pavloviano como skinneriano. Rolls (2000)

se concentró en la significación de la corteza orbitofrontal en las conexiones entre estímulos nuevos y reforzadores típicos (como comida y sexo).

La **amígdala**, un conjunto de núcleos neuronales ubicado en el lóbulo temporal, atrajo la atención de numerosos científicos interesados en las bases cerebrales de la emoción. Así, Weiskrantz (1956) observó la desaparición del miedo y de la ira, acompañada de pasividad, en primates no humanos después de la lesión de la amígdala. En otro experimento se encontró que este cambio en la conducta causaba una pérdida del estatus social (Rosvold, Mirsky, Sarason, Bransome, & Beck, 1956). La investigación reveló que este comportamiento se parecía al síndrome de Klüver-Bucy (Klüver & Bucy, 1937) que consiste en cambios de conducta similares después de la extirpación de los lóbulos temporales (pérdida del miedo, ira incontrolable, hipertrofia, hipersexualidad, agnosia visual). En humanos este síndrome se observa usualmente después de lesiones cerebrales más graves que afectan no sólo a la amígdala, sino también a la corteza temporal (Terzian, & Ore, 1955). Estudios más modernos han demostrado que la lesión de la amígdala provoca en humanos una pérdida de la capacidad de reconocer emociones (especialmente miedo) en rostros de otras personas (Adolphs, Tranel, Damasio, & Damasio, 1994; Young et al., 1995; Calder, 1996). El condicionamiento de miedo también ha sido meticulosamente estudiado y se ha demostrado que la amígdala es una región clave en el proceso por el que un estímulo inicialmente neutro adquiere las propiedades emocionales de otro, especialmente cuando este último es aversivo (LeDoux, 1999). A través de la amígdala pasan dos vías separadas que intervienen en dos tipos de procesamiento de estímulos emocionales y en la respuesta ante ellos. La vía tálamoamigdalina transmite la estimulación sensorial primaria de un estímulo simple para responder rápidamente, frecuentemente de forma no consciente, a una amenaza. Mediante la vía talamocórticoamigdalina, a su vez, se realiza un análisis más complejo y consciente. A través de la vía tálamoamigdalina (que es más corta) las propiedades estimulares simples activan los circuitos emocionales amigdalinos, que realizan un análisis simple y provocan una respuesta rápida. Posteriormente, la amígdala recibe

proyecciones desde la corteza, en la que se ha realizado un procesamiento más complejo de la información (del estímulo), modulando la actividad amigdalina, lo que confiere una mayor flexibilidad y eficacia a la respuesta provocada por dicho estímulo (LeDoux, 1999). Mientras que la amígdala desempeña un papel esencial en el condicionamiento de miedo y, en especial, en la adquisición de valor emocional por parte de estímulos neutros, el hipocampo interviene en el aprendizaje del miedo contextual. En este último la reacción de miedo aparece no ante un estímulo específico, sino ante señales procedentes del entorno experimental en el que se administra el estímulo incondicionado aversivo (Kaouane et al., 2012).

Otra red neuronal especial dedicada al procesamiento de señales emocionales es la red de **neuronas especulares** (o neuronas espejo). En los años 90 del siglo XX, **Giacomo Rizzolatti, Vittorio Gallese** y sus colegas (Gallese, Fadiga, Fogassi, & Rizzolatti, 1996) las descubrieron en la corteza premotora y en la corteza parietal inferior de macacos (*Macaca nemestrina*). Estos grupos de neuronas se activan durante una acción propia y también durante la visión de la misma acción realizada tanto por otro macaco, como por un ser humano. Estudios posteriores han revelado que los humanos también disponen de este sistema (Mukamel, Ekstrom, Kaplan, Iacoboni, & Fried, 2010). Se piensa que en humanos estas neuronas pueden ser responsables de la comprensión de las acciones de los demás y de otros procesos importantes en la conducta interpersonal: imitación, empatía, compasión emocional, lenguaje y habilidades sociales. En relación a la empatía, se ha descubierto que las neuronas espejo se activan cuando el observador ve a otros experimentando dolor (Avenanti, Buetti, Galati, & Aglioti, 2005), asco (Wicker et al., 2003) y cuando otros experimentan sensaciones táctiles (es decir, cuando la piel de otra es tocada por una tercera persona; Keysers et al., 2004). También se piensa que las neuronas especulares pueden participar en el desarrollo de la teoría de la mente o capacidad de atribuir pensamientos y emociones a otros (Gallese & Goldman, 1998).

Hoy en día, los investigadores se concentran en aquellas regiones cerebrales implicadas en el procesamiento de estímulos que suscitan emociones específicas. No

es correcto decir que existe una red global de estructuras que sea responsable de la emoción, sino que varias regiones del cerebro están relacionadas con distintas conductas, entre ellas la emoción. Las emociones específicas (miedo o alegría, por ejemplo) dependen de sistemas cerebrales distribuidos en los que participan estructuras neurales diferentes. Así, el concepto de un “cerebro puramente emocional” o “sistema límbico” que se pensaba que está ligado solamente con la emoción, se encuentra hoy en día obsoleto (Brodal, 1969).

3.2. Enfoques actuales en el estudio de la emoción

3.2.1. El debate dimensional-discreto

Desde un punto de vista psicológico, otro acercamiento a la psicobiología de la emoción es identificar o aislar algunos de sus componentes principales que permitirían establecer una conexión más fácil entre un fenómeno emocional y sus mecanismos biológicos. Dado que en las emociones pueden distinguirse, por un lado, aspectos dinámicos que se expresan como un aumento o una disminución en intensidad a lo largo de un continuo, y por otro lado, una modalidad propia que se suele reconocer subjetivamente como un estado específico distinto de otros (por ejemplo, vergüenza, amor, miedo o tristeza), en la historia de su estudio científico coexisten dos enfoques diferentes: el dimensional y el discreto o categorial. El dimensional consiste en la caracterización de todas las emociones en continuos que van de menor a mayor intensidad. Una de las teorías más utilizadas en nuestros días, desarrollada por Peter Lang y colaboradores (Lang, Bradley, & Cuthbert, 1997) plantea la existencia de dos dimensiones: valencia afectiva y activación subjetiva y será descrita en el siguiente apartado con más detalle.

Los partidarios del enfoque discreto proponen dividir las emociones en categorías separadas. Un modelo muy utilizado postula seis emociones discretas (o básicas): ira, tristeza, miedo, asco, sorpresa y alegría, como propone **Paul Ekman** (1993). Este modelo puede ser considerado como sucesor del mencionado trabajo de Darwin. Se hace hincapié en las funciones evolutivas de cada emoción, en sus manifestaciones en los movimientos musculares de la cara y, además, en los autoinformes de las personas que se exploran. Este modelo está de acuerdo con los datos de electromiografía facial que suponen la existencia de patrones musculares específicos para cada emoción (Dimberg & Thunberg, 1998; Ekman & Rosenberg,

1997) y con los datos de escalas y cuestionarios que demuestran la existencia de sensaciones diferentes en diferentes zonas del cuerpo humano durante diferentes emociones (Nummenmaa, Glerean, Hari, & Hietanen, 2014). Sin embargo, al usar los métodos de medición de la actividad vegetativa (como frecuencia cardíaca o actividad electrodérmica entre otras) no se han podido encontrar unos patrones fijos para cada una de las emociones discretas propuestas (Cacioppo, Berntson, Larsen, Poehlmann, & Ito, 2000).

Al contrario, el enfoque dimensional, según el cual la emoción se refleja en la activación corporal, permite abarcar una amplia serie de medidas psicofisiológicas a fin de identificar varios mecanismos, tanto vegetativos y somáticos, como neurales. Puesto que en nuestro estudio seguiremos este enfoque, lo describimos a continuación con más detalle.

3.2.2. Teorías dimensionales de la emoción

Uno de los primeros autores en adoptar un enfoque dimensional de la emoción fue **Wilhelm Wundt** (Wundt, 1896), quien dividió toda la vida emocional en tres dimensiones: placer-desagrado, calma-excitación y alivio-tensión. En cada momento los humanos no sienten tanto un estado emocional único o unitario, como un conjunto de impresiones resultado de la integración de estas tres dimensiones mencionadas.

Posteriormente, **Charles Osgood** (Osgood, 1957) elaboró la técnica del diferencial semántico, cuya finalidad principal era construir las dimensiones de significados. Esta técnica consiste en pedir a sujetos que evalúen un concepto (por ejemplo, “gato”) en una serie de escalas. De esta manera se puede obtener todas las actitudes sobre un concepto. Las escalas evaluativas son bipolares y sus polos son antónimos (por ejemplo, “peligroso-seguro” o “amistoso-agresivo”). Usualmente los investigadores intentan emplear todas las escalas posibles aplicables para el concepto en cuestión. Usando el método de análisis factorial (donde cada escala era una variable), Osgood demostró que cada significado y sus matices se puede dividir en

tres factores: bueno-malo (aquí entran “peligroso-seguro” y “amistoso-agresivo”), fuerte-flojo (los ejemplos son “rápido-lento” y “grande-pequeño”) y activo-pasivo (las escalas de este factor son, por ejemplo, “animado-apático” y “contumaz-sumiso”). **James Russell** y **Albert Mehrabian** (Russell & Mehrabian, 1977) usaron el diferencial semántico para estudiar descripciones emocionales subjetivas. En su experimento los sujetos escucharon relatos sobre varias situaciones y evaluaron su estado emocional en 42 escalas bipolares. El análisis estadístico factorial reveló que todas esas escalas correlacionaban altamente entre sí y podían reducirse a tres factores principales: agrado-desagrado (si a los sujetos les gustaron los relatos o no), calma-activación (si los relatos provocaron alguna activación o no) y dominancia-sumisión (si la emoción que surgió podía ser controlada o no). Posteriormente, Russell (1980) construyó el modelo circunplejo de dos factores dimensionales: agrado-desagrado y grado de activación, procurando reconciliar el modelo dimensional con el modelo de emociones discretas. Para ello, pidió a sus sujetos colocar 28 palabras de estados discretos emocionales en uno de los cuatro cuadrantes resultantes de construir un sistema de coordenadas con los dos factores dimensionales emocionales (Figura 3).



Figura 3. El modelo circunplejo de emociones de Russell (adaptado de Russell, 1980).

Basándose en los modelos dimensionales de emociones, en los años 80-90 del siglo XX, **Peter J. Lang, Margaret Bradley** y sus colegas elaboraron el modelo bifásico de emociones que propone que las dimensiones de la vida emocional reflejan dos motivaciones de la conducta: por un lado, aproximación (a un estímulo deseado) y retirada (de un estímulo indeseado) y, por otro, la fuerza o movilización de energía (activación) con que estas dos motivaciones se realizan, ya sea ante un estímulo o por impulso de una necesidad interna. Este modelo describe la función importante de la emoción – supervivencia (Bradley et al., 2001). En otras palabras, para responder adecuadamente a un estímulo o una necesidad interna, un individuo tiene que acercarse (en el caso de comida o pareja, por ejemplo) o retirarse (en el caso de un predador u olor tóxico) más o menos activamente, lo que subjetivamente se experimenta como un afecto, agradable o desagradable respectivamente, de cierta intensidad. Sin embargo, a veces no observamos una cierta conducta de acercamiento o retirada, sino una predisposición para la acción. Entonces, se puede entender que una emoción es la predisposición para una acción. Basándose en trabajos previos los autores proponen dos dimensiones emocionales: 1) valencia afectiva (que se extiende de lo agradable hasta lo desagradable y refleja, respectivamente, la aproximación y la retirada) y 2) la activación (que se extiende de la calma hasta la activación alta). En otras palabras, cada fenómeno emocional puede ser agradable o desagradable y a la vez débil o intenso (Lang, Bradley, Cuthbert, 1997).

El sistema internacional de imágenes afectivas (IAPS): Un método para estudiar las emociones.

El grupo de Lang ha desarrollado un conjunto de estímulos emocionales calibrados según las dimensiones afectivas básicas, valencia afectiva y activación, además de en dominancia: el sistema internacional de imágenes afectivas (“IAPS” en inglés, última versión: Lang, Bradley, & Cuthbert, 2008), los sonidos afectivos digitales internacionales (“IADS” en inglés, última versión: Bradley & Lang, 1999b), las normas afectivas de palabras inglesas (“ANEW” en inglés, última versión:

Bradley & Lang, 1999a) y las normas afectivas para textos ingleses (“ANET” última versión: Bradley & Lang, 2007). Usando esos conjuntos de estímulos, este grupo de investigadores estudia la relación entre las dimensiones afectivas definidas por su modelo. Para ello, emplean un cuestionario de autoinforme, el “self-assessment manikin” (“SAM”; Cook, Atkinson, & Lang, 1987; Hodes, Cook, & Lang, 1985; Figura 4). Consiste en tres escalas de 1 a 9, 1 siendo el valor mínimo y 9 siendo el valor máximo. Las escalas son: *valencia afectiva* (los estímulos más desagradables se evalúan como 1, los más agradables como 9), *activación* (los estímulos menos activadores se evalúan como 1 y los estímulos más activadores se evalúan como 9) y *dominancia* (también llamada “control”; los estímulos que provocan una emoción sobre la cual los sujetos sienten poco control se evalúan como 1, y los que provocan una emoción sobre la cual los sujetos sienten mucho control se evalúan como 9). Se llama “maniquí” porque cada valor en lugar de cifras viene representado mediante un muñeco con forma humanoide.

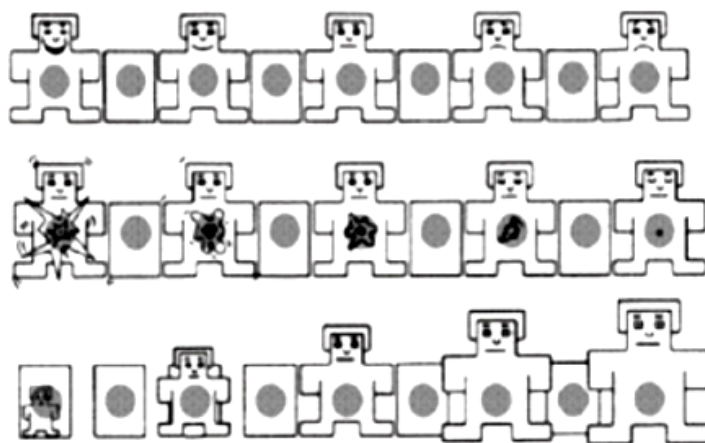


Figura 4. El maniquí de autoinforme representa aquí las tres dimensiones: valencia afectiva, activación y dominancia (de arriba abajo) (imagen tomada de Gil, 2009).

Los resultados de sus estudios muestran que la valencia afectiva y la activación tienen una relación parabólica, es decir, los estímulos con valores extremos de valencia (los más agradables y los más desagradables) son los más activadores, mientras que los estímulos neutros (con valencia media) tienen la menor activación (Figura 5)

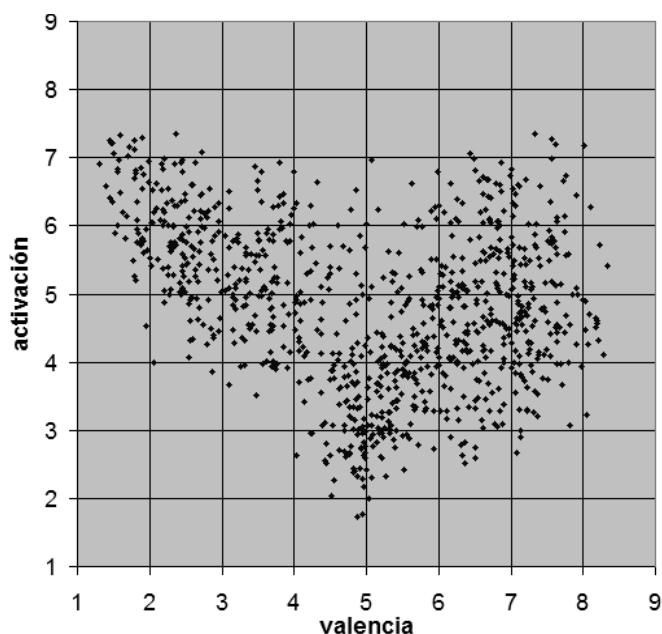


Figura 5. Relación entre las dimensiones valencia afectiva y activación. Cada punto representa un estímulo (adaptado de Lang, Bradley y Cuthbert, 2008).

Sin embargo, el grupo de Lang no siempre usa la escala de dominancia-sumisión, porque los datos obtenidos con ella no siempre son replicables y porque la correlación entre ella y la valencia afectiva es muy alta (Figura 6), obteniéndose coeficientes de correlación con valores que oscilan entre 0,79 y 0,86 (Bradley & Lang, 1994; Ito, Cacioppo, & Lang, 1998).

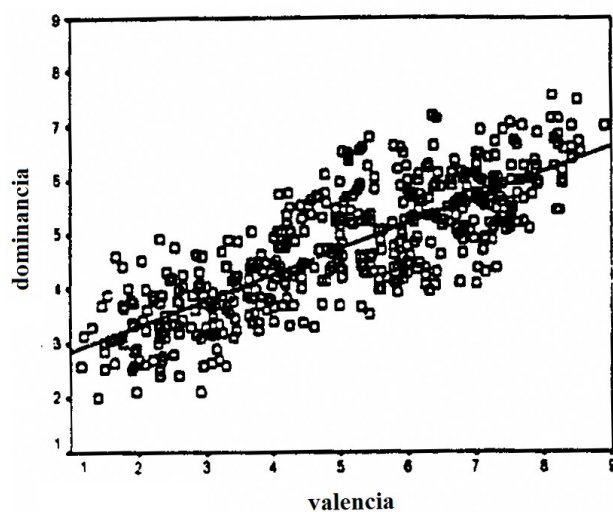


Figura 6. Relación entre las dimensiones valencia afectiva y dominancia-sumisión. Cada punto representa un estímulo (adaptado de Ito, Cacioppo y Lang, 1998).

Otra razón para eludir la escala de dominancia-sumisión procede de los resultados obtenidos en el estudio realizado por Bradley y Lang (1994), en el que compararon tres modos de realizar la evaluación subjetiva: el diferencial semántico, el maniquí de autoinforme en papel y el maniquí de autoinforme computarizado. Los resultados mostraron una alta correlación entre los valores de valencia afectiva obtenidos por los tres métodos ($>0,9$), al igual que en el caso de la valoración de la activación obtenida por los tres métodos ($>0,9$). Por su parte, mientras que los valores de dominancia obtenidos por los dos tipos del maniquí (en papel y en ordenador) era alta ($0,79$), no se encontraron correlaciones significativas entre los valores obtenidos por el diferencial semántico y por cada tipo de maniquí.

Después de la publicación de los conjuntos de estímulos y datos normativos obtenidos en Estados Unidos por Lang y sus colegas, diferentes laboratorios han empleado estos conjuntos en diferentes muestras. Sin embargo, dado que muchos estímulos se pueden considerar como culturalmente específicos, también se ha llevado a cabo la validación de tales estímulos en diferentes culturas (ver Tabla 1).

Las correlaciones entre los resultados de los estudios citados en la Tabla 1 y los de IAPS varían entre $0,46$ y $0,97$. Todos estos trabajos encontraron diferencias en medias generales de las escalas de valencia afectiva y activación para los tres tipos de imágenes. No obstante, Vasanov, Marchenko y Mashanlo (2011) han encontrado diferencias en la mitad de las imágenes usadas entre sus datos y los del grupo de Lang tras realizar un análisis de cada una de las imágenes. En el resto de estudios no se realizó tal comparación. Esto indica que, a pesar de la tendencia general de semejanza de datos, hay una variabilidad considerable en la evaluación subjetiva de las imágenes del IAPS (véase también el análisis comparativo de 5 estudios en Grünh & Scheibe, 2008). Esto no es sorprendente: la variabilidad se puede atribuir a los aspectos específicos de cultura, edad, género o educación y, por supuesto, a la experiencia individual. Sin embargo, cuando los investigadores calculan la relación entre valencia y activación en sus estudios, casi siempre obtienen una relación

cuadrática significativa (como en la Figura 5). Por consiguiente, mientras que siempre hay diferencias entre resultados de varios investigadores, el patrón de relación entre ejes emocionales se repite de estudio a estudio. De igual modo, las validaciones del conjunto de palabras emocionales (ANEW) revelan los mismos patrones (Eilola & Havelka, 2010; Redondo, Fraga, Padrón, & Comesaña, 2007).

<i>Muestra y referencia</i>	<i>Números de imágenes de IAPS usadas</i>	<i>Correlación con IAPS</i>	<i>Diferencias en medias de valencia, activación y dominancia</i>	<i>Diferencias en medias de cada imagen usada</i>
España (Moltó y cols., 1999)	480	r(V) = 0,96; r(A) = 0,88; r(D) = 0,91	A(E) > A(IAPS); D(E) < D(IAPS)	
Bélgica (Verschuere, Crombez, & Koster, 2001)	60	r(V) = 0,95; r(A) = 0,84; r(D) = 0,87	D(E) < D(IAPS);	
Alemania (Grühn & Scheibe, 2008)	504	Jóvenes: r(V) = 0,92; r(A) = 0,55 Ancianos: r(V) = 0,9; r(A) = 0,46	V(E) < V(IAPS) en +; V(E) > V(IAPS) en -; A(E) < A(IAPS) en +; A(E) > A(IAPS) en -	
Brasil (Porto, Bertolucci, & Bueno, 2011)	702		V(E) < V(IAPS); A(E) > A(IAPS)	
Chile (Dufey, Fernández, & Mayol, 2011)	188		A(E) > A(IAPS)	
Rusia (Vasanov, Marchenko, & Mashanlo, 2011)	59	r(V) = 0,97; r(A) = 0,51	A(E) > A(IAPS);	29 se difieren en V; 35 se difieren en A

Tabla 1. Datos de validación de IAPS. r: coeficiente de correlación; V: valencia; A: activación; D: dominancia; E: estudio referido; -: imágenes desagradables ($V < 4$); +: imágenes agradables ($V > 6$). Todos los datos cumplen el criterio estadístico $p < 0,05$. Nótese que los autores del IAPS dividen convencionalmente la escala de valencia en tres partes: “lo agradable” con valencia más que 6, “lo neutro” con valencia entre 4 y 6, y “lo desagradable” con valencia menor que 4. Por razones de comparación nosotros vamos a seguir la misma división.

Una medida conductual del interés provocado por las imágenes afectivas es el **tiempo de visión**, o tiempo que emplea un sujeto en explorar una imagen en paradigmas de visión libre de imágenes, en los que los sujetos tienen la posibilidad de observar cada imagen durante todo el tiempo que deseen antes de hacerla desaparecer para proceder a su valoración. En este caso el tiempo de visión correlaciona positivamente con activación, es decir, las imágenes más activadoras - las más agradables (9,1 s) y las más desagradables (10,1 s) - se miran durante más tiempo que las neutras (5,2 s) (Vrana, Spence, & Lang, 1988, Lang, Greenwald, Bradley, & Hamm, 1993). Las diferencias en tiempo de visión han sido explicadas en función de diferentes variables que describen el efecto que suscitan en el observador: interés y carga emocional (Cuthbert, Bradley, & Lang, 1996), atención (Lang, Greenwald, Bradley, & Hamm, 1993), o procesamiento más difícil que requiere más tiempo y recursos cognitivos (Sakaki, Niki, & Mather, 2012).

Aparte de las evaluaciones subjetivas, la investigación relacionada con el modelo dimensional de las emociones ha empleado frecuentemente la medida de distintos índices fisiológicos. El enfoque dimensional de las emociones guarda relación con las ideas de James y Lange y con la teoría de activación de Lindsley (1951) que también consideraba la emoción como una elevada activación cerebral y periférica en respuesta a un estímulo. La mayor o menor intensidad de la emoción provocaría más o menos alteración de diferentes sistemas fisiológicos. Así, los valores mayores o menores en las dimensiones afectivas podrían reflejarse en cambios mayores o menores en una variable fisiológica o conductual mientras se produce una emoción.

Como ilustración, presentamos a continuación algunos de los datos obtenidos a través del registro de diferentes respuestas, como la modulación emocional de la respuesta de parpadeo en sobresalto, actividad electrodérmica, electromiografía (EMG) facial, electrocardiografía (ECG), posturografía, registro de actividad eléctrica cerebral y neuroimagen. Sin embargo, hay que notar que los estímulos o acontecimientos emocionales influyen también sobre otras variables fisiológicas,

como temperatura facial y periférica, reflejo pupilar, reflejo postauricular, actividad gástrica, entre otras, que no entraremos a discutir en este trabajo.

3.2.3. Estudios psicofisiológicos

En lo tocante a sistemas periféricos, ha habido numerosos experimentos en los que se ha estudiado la relación entre las dimensiones emocionales y distintas respuestas corporales.

Modulación emocional del parpadeo reflejo de sobresalto

Todos los reflejos del ser humano pueden ser modificados por circunstancias externas, como la presentación brusca de estímulos, e internas, como nivel de activación, procesos mentales o emociones (Sechenov, 1863). Muchos reflejos son sensibles a los estados emocionales y en algunos casos, a los estados emocionales provocados por estímulos externos. Esto da pie al estudio objetivo del estado emocional inducido a través de la modificación de determinados reflejos: pupilar, parpebral o postauricular. El más utilizado es la modificación refleja del parpadeo de sobresalto (Dawson, Schell, & Bohmelt, 2008). En este procedimiento se presenta un estímulo visual afectivo, y durante el tiempo de exposición se presenta también un sonido de forma repentina que provoca el reflejo de sobresalto. Éste incluye varias respuestas defensivas y, entre ellas, el rápido cierre de los párpados resultado de la contracción del músculo orbicular de los párpados (Bradley, Cuthbert y Lang, 1999). La principal función que se atribuye al reflejo de parpadeo de sobresalto es facilitar la retirada o evitación de un estímulo aversivo y la protección de los ojos. Diferentes trabajos han relacionado la modulación del parpadeo de sobresalto con las dimensiones emocionales anteriormente descritas. Así, Vrana, Spence y Lang (1988) obtuvieron que la valencia correlaciona negativamente con la magnitud de parpadeo, es decir, cuanto más desagradable es un estímulo, tanto mayor es la magnitud del parpadeo. Bradley, Cuthbert y Lang (1990) también encontraron que la valencia

correlacionaba positivamente con la latencia del parpadeo, es decir, cuanto más desagradable era un estímulo, más rápido tenía lugar el parpadeo. En otras palabras, las imágenes más desagradables provocaban mayor magnitud de parpadeo que las neutras y las agradables. La diferencia entre valores de las imágenes neutras y las desagradables también era significativa. La latencia de parpadeo era menor cuando los sujetos veían las imágenes desagradables que cuando veían las imágenes neutras y agradables.

El sobresalto provocado por un estímulo inesperado no siempre influye en las respuestas emocionales mencionadas. Como reveló un estudio (Bradley, Codispoti, & Lang, 2006), la diferencia entre las imágenes agradables y desagradables tiene lugar sólo si el estímulo acústico intenso suena entre 2300 y 5300 milisegundos después de aparición de una imagen (Figura 7).

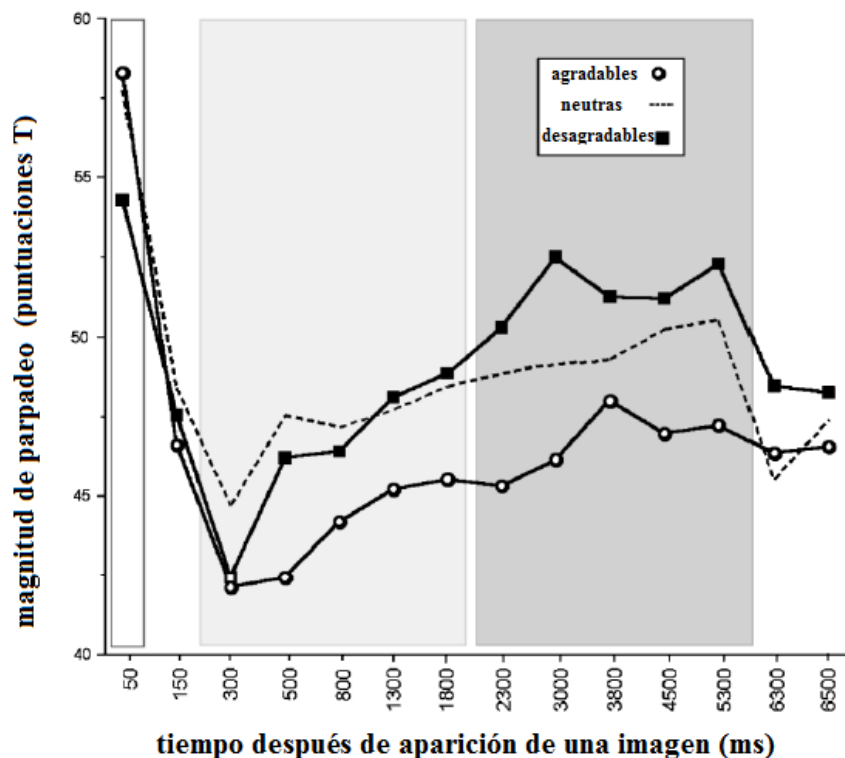


Figura 7. Magnitud de parpadeo provocado por estímulos acústicos presentados en momentos diferentes de presentación de las imágenes (adaptado de Bradley, Codispoti y Lang, 2006).

Sin embargo, también es importante tener en cuenta la influencia potencial en el parpadeo de la activación subjetiva. En este sentido, se ha demostrado que la

mencionada influencia de valencia sobre parpadeo reflejo de sobresalto tiene lugar sólo cuando las imágenes que se usan poseen una elevada activación subjetiva (Cuthbert, Bradley, & Lang, 1996; ver Figura 8).

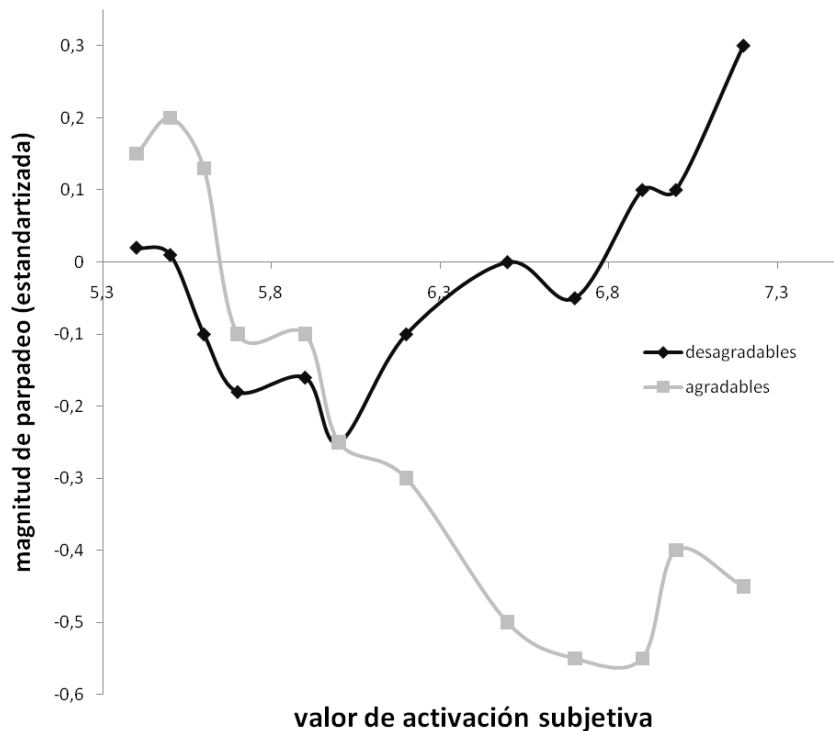


Figura 8. Relación entre activación subjetiva y magnitud de parpadeo. La figura es de Cuthbert, Bradley y Lang (1996), modificada por nosotros.

Como se ve en el gráfico la diferencia en magnitud de parpadeo entre imágenes agradables y desagradables tiene lugar sólo cuando la activación de las imágenes es mayor que 6 en la escala de valoración subjetiva. Y si la activación es baja (menos que 6) la diferencia no es significativa o hasta es posible encontrar el efecto opuesto: las imágenes agradables provocan menor magnitud de parpadeo.

En otro estudio (Bradley, Codispoti, Cuthbert, & Lang, 2001) se demostró que la correlación entre activación subjetiva y magnitud de parpadeo en imágenes desagradables es 0,86 (cuanto mayor es la activación, tanto mayor es la magnitud), pero en imágenes agradables es -0,77 (cuanto mayor es la activación, tanto menor es la magnitud).

En resumen, se puede decir que la magnitud y la latencia de parpadeo de sobresalto dependen en cierta medida de la valencia de los estímulos activadores.

Actividad electrodérmica

La naturaleza de la actividad electrodérmica consiste en la activación vegetativa simpática que produce la secreción de sudor y, consecuentemente, un aumento de la conductividad eléctrica en la superficie de la piel. Esta actividad depende del balance hidrosalino y del flujo sanguíneo, pero, en primer lugar, de la activación del sistema nervioso simpático. Las glándulas sudoríparas ecrinas están inervadas por terminales del sistema nervioso vegetativo simpático, con la particularidad de que el neurotransmisor final es acetilcolina en vez de noradrenalina. Los cambios en la conductividad eléctrica debidos a la sudoración responden por tanto a la actividad simpática periférica que acompaña a los aumentos en el nivel de activación y a las reacciones atencionales, como el reflejo de orientación, y emocionales (Boucsein, 2012).

En relación con el enfoque dimensional de las emociones, diferentes trabajos han demostrado (por ejemplo, Bradley, Codispoti, Cuthbert, & Lang, 2001; Lang, Greenwald, Bradley, & Hamm, 1993) que existe una correlación positiva entre la magnitud de la respuesta electrodérmica y la valoración de la activación subjetiva de imágenes afectivas ($r = 0,8$ en Bradley, Codispoti, Cuthbert, & Lang, 2001 y $r = 0,67$ en Sánchez-Navarro, Martínez-Selva, Torrente, & Román, 2008; ver Figura 9).

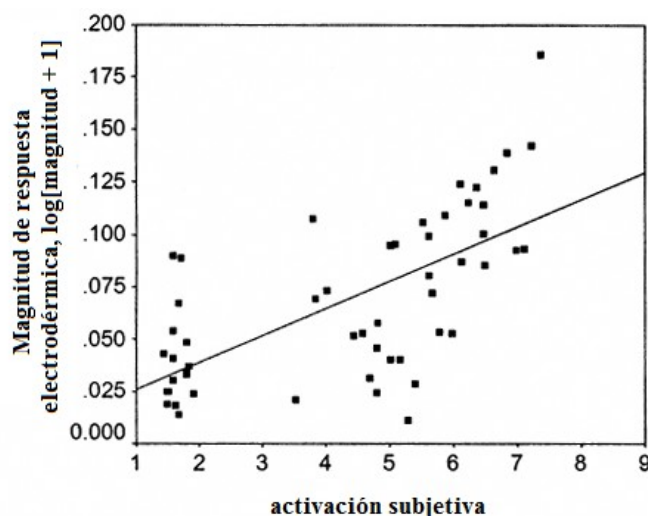


Figura 9. Correlación entre activación subjetiva y magnitud de la respuesta electrodérmica durante la visión de las imágenes (adaptado de Sánchez-Navarro, Martínez-Selva, Torrente y Román, 2008).

También se encuentran diferencias en actividad electrodérmica en función de la valencia (Lang, Greenwald, Bradley, & Hamm, 1993; Bradley, Codispoti, Cuthbert, & Lang, 2001). Las imágenes agradables y desagradables, que normalmente son muy activadoras, provocan más actividad electrodérmica que las imágenes neutras, las cuales normalmente tienen poca activación (Sánchez-Navarro, Martínez-Selva, Torrente, & Román, 2008).

Electromiografía facial

El estudio de la expresividad facial emocional supone un amplio campo de trabajo dentro de la investigación de los cambios objetivos provocados por los estímulos emocionales. Probablemente, la actividad electromiográfica de los músculos cigomático mayor y corrugador superciliar hayan sido las que más se hayan estudiado. El músculo cigomático mayor se ubica en la mejilla, y cuando se contrae se puede observar una sonrisa. En general, este músculo se contrae durante los acontecimientos agradables. El músculo corrugador superciliar, por su parte, está sobre las cejas y se contrae durante acontecimientos desagradables, creando arrugas en la frente y uniendo las cejas (Figura 10). Los miembros de todas las culturas distinguen qué patrones musculares observables se activan, y qué cambios faciales se producen durante una emoción (como la sonrisa o el enfado, por ejemplo), lo que ha sido demostrado por numerosos autores (Schwartz, Brown, & Ahern, 1980; Tassinari, Cacioppo, & Geen, 1989).

Diferentes estudios han mostrado que la actividad de ambos músculos depende de la valencia afectiva de las imágenes observadas. Así, la actividad del corrugador superciliar es mayor durante la visión de las imágenes desagradables que durante la visión de las imágenes neutras y agradables, y es mayor durante la visión de las imágenes neutras que de las agradables (Bradley, Codispoti, Cuthbert, & Lang, 2001). También hay que indicar que existe una correlación negativa entre la actividad del corrugador superciliar y la valencia afectiva de las imágenes ($r = -0,9$; Lang, Greenwald, Bradley, & Hamm, 1993) y, en el caso de estímulos emocionales

acústicos, entre la actividad del corrugador superciliar y la valencia afectiva de los sonidos ($r = -0,85$; Bradley & Lang, 2000). En otras palabras, cuanto más desagradables son los estímulos afectivos, tanto mayor es la actividad del corrugador superciliar. Pero es preciso hacer notar que en un estudio reciente, Wangelin, Löw, McTeague, Bradley, & Lang (2011) no han hallado esta modulación. Se reveló que la actividad del corrugador superciliar es mayor durante la visión de las imágenes desagradables que las neutras y agradables, pero no había diferencias significativas entre las neutras y agradables. En otras palabras, la actividad del corrugador es mayor para el contenido desagradable, en comparación con el contenido neutro o agradable.

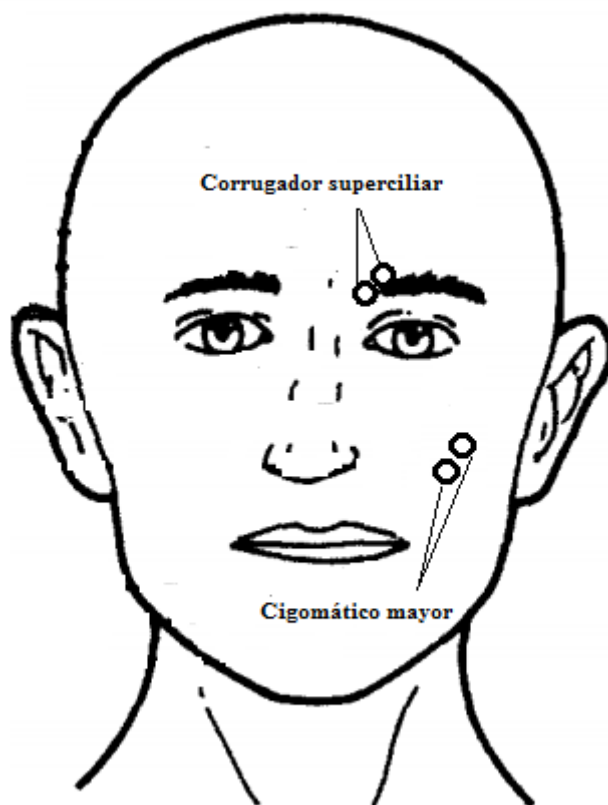


Figura 10. Lugares de colocación de electrodos para medir la actividad del corrugador superciliar y cigomático mayor en la cara (tomado de Fridlund y Cacioppo (1986) y adaptado por el doctorando).

En lo tocante al cigomático mayor, se puede decir que éste se activa durante la visión de las imágenes agradables más que durante la visión de las imágenes neutras y desagradables (Bradley & Lang, 2000), pero no hay diferencia entre la actividad electromiográfica durante la visión de las neutras y desagradables. Un estudio

posterior (Bradley, Codispoti, Cuthbert, & Lang, 2001) lo confirmó. Es decir, la actividad del músculo cigomático es mayor para el contenido agradable, en comparación con el contenido neutro o desagradable.

Frecuencia cardíaca

La actividad cardíaca se suele medir a través de la electrocardiografía. Su registro se realiza mediante la colocación de electrodos sobre la piel siguiendo diferentes métodos. La actividad que se registra refleja la suma de los potenciales de las células del músculo cardíaco que posibilitan su contracción y relajación (Berntson, Quigley, Lozano, 2007). La señal electrocardiográfica se compone de varias ondas o componentes que reflejan distintas fases de la actividad cardíaca (P, Q, R, S y T). El análisis de estos componentes del ECG consiste en la medida de diferentes parámetros, como su amplitud y latencia. En los estudios psicofisiológicos, probablemente una de las medidas más importantes es la frecuencia cardíaca. Ésta se obtiene a partir de la frecuencia de ondas R por minuto (latidos por minuto, lpm), que reflejan el impulso que provoca los latidos del músculo cardíaco. La frecuencia cardíaca en reposo es de 60-90 lpm, pero durante procesos emocionales puede cambiar.

Inspirados por los clásicos trabajos de Pavlov (1932) sobre la respuesta de orientación que se provoca por un estímulo repentino y refleja la preparación para actuar, los investigadores encontraron la llamada “cascada defensiva” que se observa en la frecuencia cardíaca en respuesta a un estímulo intenso y repentino (Vila y cols., 2009). Como puede verse en la Figura 11, en los primeros segundos después de la exposición de un estímulo la actividad cardíaca se ralentiza (desaceleración primera) y luego se hace más rápida (aceleración final). Estos dos parámetros generales – desaceleración primera y aceleración final – se investigan en los últimos años como indicadores de la respuesta emocional.

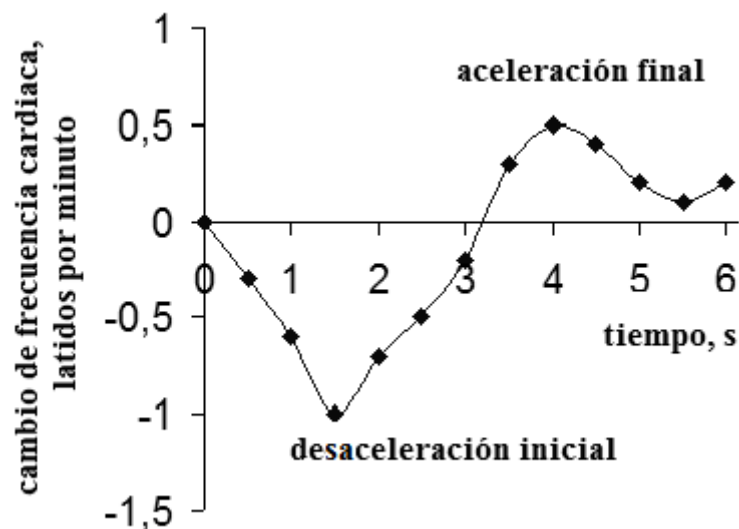


Figura 11. Gráfico típico de cambios de frecuencia cardíaca durante la visión de una imagen afectiva (cascada defensiva).

Dado que los datos sobre la relación entre evaluación subjetiva y parámetros de frecuencia cardíaca son ambiguos, parece oportuno revisarlos en orden cronológico. Bradley, Lang, & Cuthbert (1993) encontraron que la visión de las imágenes desagradables provoca mayor desaceleración inicial que la exposición a imágenes neutras y agradables. Posteriormente, Cuthbert, Bradley y Lang (1996) llevaron a cabo un estudio más elaborado en el que utilizaron más categorías de imágenes afectivas (3 categorías principales -agradables, neutras y desagradables-, cada una dividida en 3 subgrupos -baja, media y alta activación-). En el caso de las imágenes con activación baja, las imágenes agradables provocaron menos desaceleración que las neutras y desagradables. En el subgrupo de activación media, la desaceleración fue mayor durante la visión de las imágenes desagradables en comparación con las neutras y las agradables. Por último, en el subgrupo de alta activación la desaceleración fue mayor durante la visión de las imágenes desagradables y neutras que de las agradables. El análisis de varianza también demostró que había efecto de valencia y no había efecto de activación, lo que indica que la desaceleración cardíaca depende de la valencia afectiva de las imágenes.

En otro estudio de Sánchez-Navarro, Martínez-Selva y Román (2006) los sujetos fueron divididos en dos grupos: “altos aceleradores” y “bajos aceleradores”

según los cambios en su frecuencia cardíaca provocados mediante un estímulo acústico intenso obtenidos en una prueba previa. En ambos grupos las imágenes agradables y desagradables provocaron una aceleración final menor que las neutras. Además, en los altos aceleradores las imágenes desagradables provocaron mayor aceleración que las neutras. Como demostró un análisis posterior, esta diferencia se atribuía a las imágenes de mutilación, ya que otras imágenes desagradables (ataques a humanos) no provocaban este efecto. En los bajos aceleradores las imágenes desagradables y agradables provocaron una aceleración menor que las neutras. Los autores señalan que la aceleración final dependería principalmente de la activación subjetiva más que de la valencia afectiva. Entre ambos grupos de sujetos se hallaron diferencias en la aceleración cardíaca provocada por la visión de las imágenes desagradables, que era mayor en los altos aceleradores que en los bajos. Este hallazgo apunta a la existencia de un grupo especial de sujetos (altos aceleradores) que muestran una respuesta cardíaca defensiva (aceleración cardíaca) provocada por las imágenes de contenido desagradable. Este trabajo, por tanto, revela la existencia de importantes diferencias individuales en la respuesta de frecuencia cardíaca ante estímulos emocionales.

Posturografía

La medición de cambios posturales se realiza habitualmente con el uso de una plataforma de fuerza que detecta diferencias en el peso aplicado a diferentes partes de ella. Los cambios en la postura se expresan en las oscilaciones del centro de la presión del cuerpo sobre la plataforma. Estos cambios, al parecer, podrían reflejar estados emocionales y una preparación para la acción en situaciones emocionales. Es importante señalar que varias de las teorías clásicas ya hablaban del movimiento en la emoción. Puede citarse a James (1884), quien mencionó el importante papel de los cambios motores en el origen de la emoción. Sin embargo, muy pocos estudios posturográficos se han realizado en relación con la emoción. Hillman, Rosengren y Smith (2004) encontró que las mujeres mostraban un movimiento postural aumentado

en respuesta a imágenes desagradables en el eje anterior-posterior. A su vez, Azevedo y cols. (2005) encontraron una disminución del movimiento postural en respuesta a imágenes desagradables (mutilaciones) en el eje medial-lateral. Sin embargo, Stins y Beek (2007) no encontraron ningún efecto en bipedestación, pero sí una menor oscilación para las imágenes de mutilaciones en la posición sobre un pie. Dada la disparidad de resultados entre estos estudios, existe una necesidad de realizar más experimentos acerca de la influencia de los estímulos afectivos sobre la postura.

Análisis factorial de datos psicofisiológicos sobre dimensiones de emociones

Dado que existen relaciones entre los distintos índices fisiológicos que se han medido, las medidas conductuales y las valoraciones subjetivas que realizan los sujetos acerca de los estímulos emocionales, varios estudios han explorado estas variables a través del análisis factorial con el objetivo de buscar patrones de agrupaciones entre los diferentes tipos de respuestas. Este tipo de análisis permite estudiar la relación de las distintas variables con las dimensiones de valencia afectiva y activación, así como precisar más las relaciones entre cambios biológicos y psicológicos desde el punto de vista dimensional. El análisis realizado por Lang y colaboradores (Lang, Greenwald, Bradley, y Hamm, 1993) dio como resultado dos factores independientes: el primero de ellos se denominó valencia afectiva y en él cargaban la valoración de valencia afectiva (carga = 0,86), la actividad del músculo corrugador superciliar (carga = -0,85) y la frecuencia cardíaca (carga = 0,79). En el segundo factor, llamado activación, cargaban la valoración de la activación (carga = 0,83), el tiempo de visión (carga = 0,76) y la respuesta electrodérmica (carga = 0,74). Otro estudio posterior de este laboratorio llegó a resultados similares (Cuthbert, Schupp, Bradley, Birbaumer, & Lang, 2000). En este trabajo los autores también registraron la amplitud de potenciales evocados tardíos (después de 400 ms) electroencefalográficos² durante el primer segundo de visión de las imágenes, la cual entró a formar parte del factor de activación (con la carga de -0,79). Un estudio más

² El método de electroencefalografía va a describirse en el siguiente apartado.

reciente incluyó también los datos del parpadeo reflejo de sobresalto (Sánchez-Navarro, Martínez-Selva, Torrente, & Román, 2008). En este estudio, aunque se mantenía una solución bifactorial, los datos relacionados con la frecuencia cardíaca fueron opuestos a los obtenidos por Cuthbert y cols. (2000), ya que cargaba en el factor de activación y no en el de valencia afectiva. En el factor de valencia afectiva cargaban la valencia afectiva (carga = 0,71), la magnitud y la latencia del parpadeo (carga = -0,92 y 0,86, respectivamente), mientras que en el de activación cargaban la activación subjetiva (carga = 0,92), la respuesta electrodérmica (carga = 0,81) y la frecuencia cardíaca (carga = -0,67). En general, estos estudios muestran que la respuesta emocional tiene una estructura bifactorial – valencia y activación.

3.2.4. Estudios electroencefalográficos y de neuroimagen funcional

Estudios electroencefalográficos en el enfoque dimensional de emociones

La actividad eléctrica del cerebro fue descubierta por diferentes autores en animales (Caton, 1875; Sechenov, 1882; Pravdich-Neminsky, 1913) y por primera vez en humanos por Hans Berger (1924). La electroencefalografía (EEG) permite estudiar la actividad eléctrica del cerebro colocando electrodos sobre el cuero cabelludo. Los potenciales eléctricos registrados son el resultado de la suma de los potenciales postsinápticos de millones de neuronas y reflejan los procesos de excitación e inhibición neural. Durante el siglo veinte se obtuvieron muchos datos sobre la actividad encefálica en respuesta a estímulos emocionales.

Existen dos modos de estudiar los cambios de la actividad cerebral a través del EEG. Uno de ellos es el análisis espectral de la actividad que se capta durante una tarea o la presentación de estímulos. Consiste en calcular la presencia de las ondas de diferente frecuencia que reflejan diferentes niveles de activación cerebral. Uno de los conjuntos más importantes de los estudios encefalográficos en esta corriente sobre la emoción es el llevado a cabo sobre la asimetría EEG. Así, Davidson y colaboradores,

basándose en sus trabajos, propusieron que el hemisferio izquierdo es el responsable de las emociones positivas y el derecho de las emociones negativas (Davidson et al., 1990). Este modelo se confirmó a través de estudios de lesiones cerebrales en los que los pacientes con lesiones en el hemisferio izquierdo mostraban síntomas depresivos y los pacientes con lesiones en el hemisferio derecho mostraban estados de humor positivo exagerado (Gainotti, 1972; Jorge & Robinson, 2002). Davidson atribuye al hemisferio izquierdo la función de aproximación (a un estímulo) y al hemisferio derecho la función de retirada (de un estímulo). En sus trabajos posteriores (Davidson & Irwin, 1999) concluye que es principalmente en la región prefrontal donde se produce dicha asimetría hemisférica en relación a las emociones, con la corteza izquierda activándose durante emociones positivas y la derecha durante emociones negativas.

Heller, partidaria del enfoque dimensional de las emociones, realizó en la década de los años 90 del siglo XX diversos experimentos en los que utilizó el registro EEG (Heller, 1990; Heller 1993; Heller, Nitschke, & Lindsay, 1997; Heller, Nitschke, & Miller, 1998) y trató de generalizar los datos empleando el modelo circunplejo de Russel (1980). De acuerdo con sus resultados, las regiones anteriores del cerebro serían las responsables de la valencia afectiva y las posteriores de la activación, con la particularidad de que: a) las regiones anteriores izquierdas se serían las responsables del procesamiento de estímulos agradables y las anteriores derechas del procesamiento de estímulos desagradables, y b) la región posterior derecha estaría relacionada con activación de estímulos (figura 12).

En relación con estos hallazgos, se descubrió también que las personas ansiosas tienen mayor actividad cerebral en regiones del hemisferio derecho (que, como mostraban estudios anteriores, se activa durante las emociones intensas y negativas) (Nitschke, Heller, Palmieri, & Miller, 1999). Heller, Nitschke, & Lindsay (1997) demostraron que los sujetos tienen una propensión a evaluar los estímulos del hemicampo visual izquierdo como más activadores y los estímulos del hemicampo visual derecho como más agradables. Estos autores opinan que eso ocurre porque los

estímulos presentados al hemisferio izquierdo activan el hemisferio derecho que está relacionado con alta activación y los estímulos del hemisferio derecho activan el hemisferio izquierdo que es responsable de emociones positivas. En relación con la activación, el estudio con pacientes con lesión cerebral ha revelado que las lesiones en el lóbulo parietal inferior derecho disminuyen la respuesta electrodérmica (la cual correlaciona con la activación subjetiva) más que las del lóbulo parietal inferior izquierdo (Tranel y Damasio, 1994).

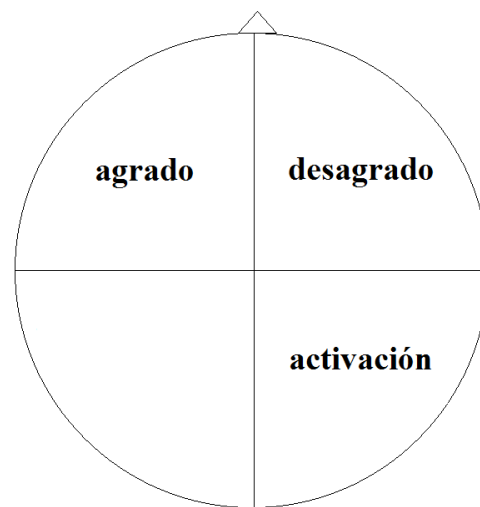


Figura 12. El modelo de Heller que generaliza los datos sobre emociones obtenidos por electroencefalografía.

Otro modo de procesar los datos de EEG es la técnica de los potenciales evocados (PE) o potenciales relacionados a acontecimientos discretos (PRAD). Los PE se obtienen a partir de la señal EEG por diferentes técnicas estadísticas e indican cuál es la respuesta cerebral a la estimulación. Se manifiestan como una onda sinusoidal de duración, por lo general, igual o inferior a un segundo, en la que se pueden identificar sus diferentes componentes en función de su polaridad (positiva o negativa, P o N) y de su orden de aparición o latencia en milisegundos (Handy, 2005). Se puede diferenciar los potenciales tempranos (hasta 300-400 ms después del estímulo) que se supone reflejan procesos visuales y atencionales, y los potenciales tardíos (a partir de 300-400 después del estímulo) que reflejan procesos cognitivos, mnemónicos o la toma de decisiones.

Algunos potenciales se han relacionado con el procesamiento emocional. Entre los estudios que han relacionado los potenciales tempranos con la emoción, se encuentra el de Smith, Cacioppo, Larsen y Chartrand (2003), quienes observaron que la magnitud de P1 (primera onda positiva) es mayor durante la percepción de estímulos desagradables que durante la percepción de los estímulos agradables. Kovalenko, Pavlenko y Chernyi (2010) confirmaron que la magnitud de P1 es mayor durante la visión de imágenes desagradables. Por su parte, Carretié, Mercado, Tapia e Hinojosa (2001) demostraron que la magnitud del componente P2 (segunda onda o segunda deflexión positiva) en localizaciones frontales y centrales es mayor también durante la visión de imágenes desagradables que agradables. De acuerdo con estos autores, estas primeras ondas reflejan unos procesos atencionales que son responsables de una rápida y exitosa percepción de los estímulos potencialmente peligrosos que puedan requerir una respuesta.

En lo tocante a los potenciales tardíos, Cuthbert, Schupp, Bradley, Birbaumer y Lang (2000) encontraron una correlación positiva ($r = 0,73$) entre la activación subjetiva y la magnitud del componente positivo tardío en las localizaciones FZ, CZ y PZ (la línea media de la cabeza). Schupp y cols. (2000) estudiaron el componente positivo tardío (a partir de 400-500 milisegundos después de la presentación de un estímulo), y encontraron que éste fue mayor durante la visión de imágenes agradables y desagradables que de las neutras. Kovalenko, Pavlenko y Chernyi (2010) también encontraron una mayor magnitud de P300 en localizaciones típicas de esta onda (F3, FZ, C3, CZ, C4, P3, PZ) durante la visión de imágenes desagradables y agradables. Estos datos pueden explicarse por la hipótesis que sostiene la idea de que los potenciales después de 300 ms reflejan los procesos de activación y distribución de recursos con el fin de realizar una conducta compatible con o adaptada al estímulo (Duncan-Johnson and Donchin, 1977). Por consiguiente, la valencia afectiva no parece influir sobre las ondas tardías. Sin embargo, en un estudio llevado a cabo por Conroy y Polich (2007), en el que las imágenes agradables, desagradables y neutras tenían el mismo nivel de activación subjetiva, la magnitud del componente P300 en

zonas frontales durante la visión de imágenes desagradables era menor que durante las neutras, pero no había diferencia entre agradables y neutras, es decir cuando la activación subjetiva de imágenes es semejante, la valencia afectiva también influye en P300.

Resulta que dado que los resultados de EEG son incompletos y a veces contradictorios es prematuro tratar de construir un modelo global de procesamiento cerebral de emociones como las estudian los partidarios del enfoque dimensional. Sin embargo, Olofsson, Nordin, Sequeira y Polich (2008) trataron de bosquejar unas ideas generales. Las imágenes desagradables pueden producir una mayor amplitud del componente P1, que se interpreta como la dirección automática de la atención que permite analizar adecuadamente una situación que requiere un análisis y respuesta rápida. La modulación de los componentes P2 y N2 (segunda onda negativa) depende de la activación subjetiva que refleja la movilización de energía necesaria para buscar la mejor opción conductual en relación al estímulo. La amplitud del P3b (pico secundario de la tercera onda positiva) es mayor en respuesta a imágenes agradables que a imágenes desagradables, cuando las imágenes están relacionadas con una tarea cognitiva y la amplitud del P3b es mayor en respuesta a imágenes desagradables y agradables que a imágenes neutras, cuando las imágenes están en el fondo para distraer de la realización de una tarea principal. Esto supone, según los autores, que la activación y, en menor grado, la valencia influyen en el procesamiento cognitivo de estímulos y la toma de decisión.

Estudios de neuroimagen funcional en el enfoque dimensional de emociones

La neuroimagen funcional es un método que permite visualizar la actividad cerebral en tres dimensiones. Diferentes tipos de neuroimagen emplean diferentes fenómenos físicos; su resultado es siempre un mapa tridimensional que representa la menor o mayor actividad en el cerebro. El método más utilizado en los estudios del procesamiento emocional es la resonancia magnética funcional (RMf). Esta técnica proporciona los cambios en la oxigenación de los tejidos a partir de las propiedades

paramagnéticas de la desoxihemoglobina. El supuesto de partida es que un conjunto de células recibirá mayor aporte sanguíneo cuando se encuentren más activas. El mayor o menor flujo sanguíneo permite distinguir las regiones con mayor o menor actividad neuronal. Así, este método ofrece la posibilidad de estudiar la neuroanatomía de un proceso psicológico (Cacioppo, Tassinary, & Berntson, 2007), en otras palabras: la localización más o menos precisa, a nivel cortical y subcortical, de las regiones que se activan durante la realización de una tarea, lo que incluye las reacciones emocionales desencadenadas por la presentación de estímulos.

En 1998 el laboratorio de Lang, usando la técnica de RMf, demostró que durante la visión de imágenes activadoras (es decir, muy agradables y muy desagradables) la activación cerebral es mayor en amplias zonas de ambos hemisferios que durante la visión de imágenes poco activadoras (neutras) (Lang et al., 1998). En un estudio de Heinzl y colaboradores (2005) se encontraron correlaciones positivas entre la valencia afectiva de los estímulos y la activación cerebral en varias regiones cerebrales, como la corteza prefrontal orbitomedial y dorsomedial, así como la corteza parietal medial y la ínsula. Otro estudio (Sabatinelli, Bradley, Lang, Costa, & Versace, 2007) reveló más relaciones entre valencia afectiva y actividad cerebral. El núcleo accumbens y la corteza prefrontal medial se activaron más durante la visión de imágenes agradables. También la amígdala se activó durante la visión de imágenes activadoras, tanto agradables como desagradables.

En un estudio más reciente de RMf (Aldhafeeri, Mackenzie, Kay, Alghamdi, & Sluming, 2012) se obtuvieron los siguientes resultados: las imágenes agradables activaron bilateralmente la corteza prefrontal y los lóbulos temporales además de las regiones anterior y posterior de la circunvolución cingulada derecha, mientras que las imágenes desagradables activaron bilateralmente la amígdala, el hipocampo, la circunvolución parahipocámpica, la corteza visual, la circunvolución fusiforme, la corteza prefrontal, la circunvolución cingulada anterior y el lóbulo temporal. Estos datos no se corresponden con los de los estudios de lateralización, porque la única activación lateralizada se daba sólo en la circunvolución cingulada derecha en

respuesta a estímulos agradables lo que no es conforme con la idea de que el hemisferio derecho es responsable de las emociones desagradables.

En resumen, los datos de neuroimagen funcional confirman las teorías de dos dimensiones emocionales, que suponen la participación de diferentes regiones cerebrales, tanto en el nivel cortical (principalmente la corteza prefrontal, temporal y cingulada), como en el nivel subcortical (principalmente la amígdala, la ínsula) en la emoción. Sin embargo, las implicaciones de estas regiones en los procesos emocionales todavía están por estudiar.

3.3. Efecto de las características sociales del ambiente

Los seres humanos son seres sociales que interactúan con sus congéneres durante toda la vida. Su supervivencia depende en parte de un comportamiento eficiente en un ámbito social, es decir, de las interacciones exitosas con otras personas. Una función importante del cerebro humano, por lo tanto, es la capacidad de reconocer las señales sociales y mostrar una variedad de respuestas conductuales, fisiológicas y cognitivas apropiadas a dichas señales. Puede afirmarse que los estímulos sociales en comparación con los no sociales tienden a ser más relevantes de manera que o bien están entre los estímulos más afectivos para el ser humano, o bien pueden influir más sobre las respuestas emocionales.

Las situaciones y, en general, los estímulos emocionales, sean o no sociales, indican acontecimientos que llevan a una reacción rápida y a una movilización energética, relacionados con la supervivencia del individuo y de la especie, o con sus necesidades metabólicas. Hemos visto hasta aquí que estas reacciones, especialmente las fisiológicas, están influidas principalmente por la valencia afectiva y la activación de los estímulos que las provocan (Bradley, Codispoti, Cuthbert, & Lang, 2001). Teniendo en cuenta la especial relevancia de los estímulos sociales, es razonable pensar que el mayor o menor contenido social de los estímulos emocionales module la reacción ante ellos. Examinamos a continuación una serie de trabajos que, con distinta metodología, apoyan esta afirmación.

Robin Dunbar (1992), tras estudiar 38 especies de primates, encontró una relación lineal entre el desarrollo de la corteza cerebral y el tamaño del grupo social. Supuso que el tamaño del grupo social ideal para los seres humanos estaría cerca de las 150 personas. Según Dunbar, sólo en tal grupo un individuo podría sentirse seguro, conocer a todos sus compañeros, tener relaciones estables con ellos y hacerse

una idea de las relaciones entre ellos. Dunbar apoya su hipótesis con los datos sobre asentamientos neolíticos, cuya población presumiblemente fue de 150-200 habitantes. En la actualidad los investigadores, Dunbar incluido, tratan de hallar grupos contemporáneos con la misma cantidad de personas (aldeas de etnias tradicionales, departamentos en empresas o unidades militares). De acuerdo con esta hipótesis el cerebro poseería una capacidad de procesamiento de estímulos sociales limitada por un número máximo de miembros del grupo social. El procesamiento de estímulos sociales sería una de las funciones cerebrales básicas o prioritarias.

Otros datos que ponen de manifiesto el efecto que ejercen los estímulos o situaciones sociales sobre la conducta son los relacionados con la facilitación social y el efecto del espectador.

El autor pionero en el estudio de la **facilitación social** fue Norman Triplett (1898), quien encontró que los pescadores enrollan los hilos de cañas de pescar más rápido cuando están siendo observados y que los ciclistas van más rápido cuando compiten entre sí. Pero luego se encontró que en las tareas más difíciles que requieren tomar decisiones la presencia del otro puede empeorar la eficiencia de una conducta (Allport, 1924; Travis, 1928). En el siglo XX resultados similares fueron obtenidos en diferentes situaciones (Guerin, 1993). Una interpretación más comprensiva de este fenómeno fue propuesta por Zajonc (1965) quien recurriendo a la ley de Yerkes-Dodson (Yerkes & Dodson, 1908), postuló que la presencia del otro aumenta la activación general y por consiguiente la probabilidad de que un individuo trabaje mejor sobre una tarea fácil y conocida y peor sobre una tarea difícil y desconocida. Un estudio de Gardner y Knowles (2008) demostró el efecto de la facilitación social usando sólo las fotografías de humanos sin la presencia real de ellos. Este hallazgo amplía el espectro de posibles diseños experimentales en los que se pueden estudiar los efectos de facilitación social en diferentes situaciones y tareas.

El fenómeno opuesto se llama **efecto del espectador**. Darley y Latané (1968, 1970) en una serie de experimentos encontraron que los humanos se portan más responsablemente cuando están solos o en grupos pequeños que cuando están en

grupos grandes. En uno de sus experimentos (1968) difundieron humo en un aula de estudiantes trabajando. El porcentaje de participantes que intentaron llamar al profesor o responsable de seguridad era mayor en los grupos de menos participantes o cuando el participante estaba solo. Una interpretación consiste en que en grupos grandes cada uno piensa que el otro va a actuar o a encargarse del bienestar de los otros. O puede pensar que si el otro no nota nada o no reacciona, no pasa nada grave. Pero como todos piensan igual, nadie cambia la situación. Una explicación alternativa podría ser que cada uno tiene miedo de parecer inepto y por eso no trata de comenzar a hacer algo. Darley y Latané (1970) concluyen que muchos delitos o problemas sociales tienen lugar gracias a este fenómeno; también lo describen y explican por la dilución o difusión de la responsabilidad en un grupo, proceso por el que cada uno se siente menos responsable o endosa la responsabilidad sobre los demás. En los estudios fisiológicos la facilitación social se ha relacionado con la actividad vegetativa. La frecuencia cardíaca aumenta durante la realización de una tarea si el participante está siendo observado por otras personas (Blascovich, Mendes, Hunter, & Salomon, 1999), al igual que ocurre con la actividad electrodérmica, que también se eleva durante la realización de una tarea en presencia de otros (Geen, 1979). Ambos efectos pueden reflejar un aumento de actividad del sistema simpático y pueden observarse en diferentes situaciones experimentales.

Un efecto de grupo similar, **la pereza social**, fue encontrado por Max Ringelmann (1913). Cada participante de un grupo se esfuerza menos cuando trabaja en un grupo donde todos hacen el mismo trabajo, que cuando trabaja solo (en el caso de Ringelmann los participantes tiraban juntos una cuerda, Figura 13).

Otro fenómeno en el que se observa la influencia de los estímulos de contenido social sobre nuestro comportamiento es **el aprendizaje social**. En los experimentos clásicos de Albert Bandura (1977) los niños que nunca habían visto actos de agresión golpeaban un muñeco después de haber observado a un hombre modelo quien golpeaba un muñeco parecido y era alabado por el experimentador. Los niños que observaban a un hombre modelo que no golpeaba muñecos, jugaban con muñecos sin

golpearlo. Así, los niños pueden imitar y adquirir nuevos comportamientos solamente observándolos. Esta forma de aprendizaje ha sido llamada social o vicaria (sustitutiva). Se ha propuesto que las neuronas espejo son la base neural del aprendizaje social ya que se activan durante la observación de conductas de otros (Falcone, Brunamonti, & Genovesio, 2012).

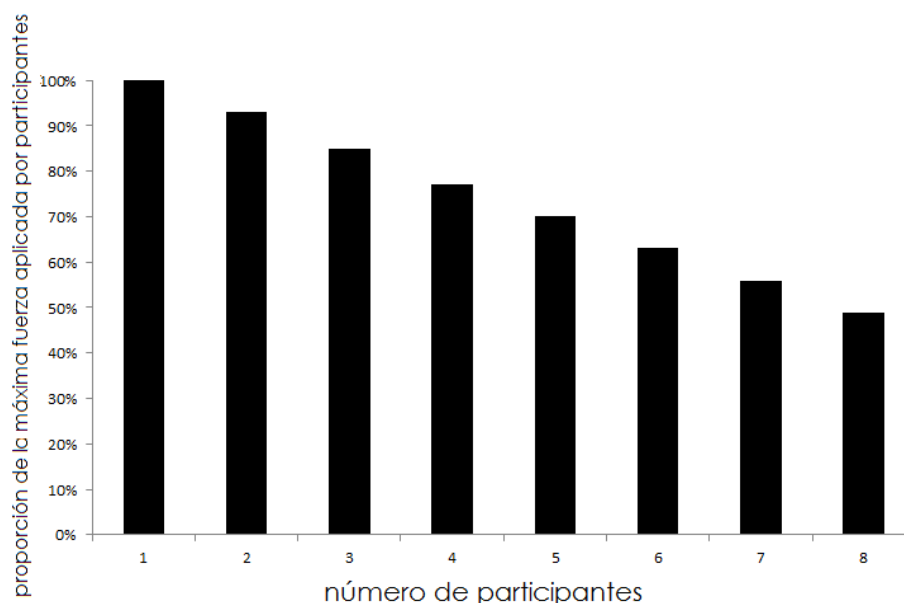


Figura 13. Proporción de la máxima fuerza de un obrero en función del número de obreros en el grupo. La eficiencia del obrero es mayor cuando trabaja solo. Los datos son de Ringelmann (1913).

En relación a la neurofisiología de la conducta social, hay que destacar algunos hallazgos. El grupo de David Perret (Perret, Rolls, & Caan, 1982) encontró en el interior del surco temporal superior de macacos Rhesus **neuronas que respondían a la visión de caras** de sus congéneres y de caras de los humanos (tanto reales como presentadas a través de fotografías en blanco y negro). En el año 1984 Rolls (Rolls, 1984) confirmó este fenómeno, encontrando dicha actividad en neuronas de la amígdala. Mediante el empleo de técnicas de neuroimagen (PET) se ha hallado que en los humanos la zona de percepción de caras se extiende a la circunvolución fusiforme que se ubica en el lóbulo temporal medial (área de Brodmann 37) (Sergent, Ohta, MacDonald, 1992; Kanwisher, McDermott, & Chun, 1997). Datos convergentes proceden de estudios neuropsicológicos que han

relacionado la lesión en humanos de la región fusiforme con la alteración en la percepción de caras. Así, la prosopagnosia es una enfermedad muy poco frecuente en la que los pacientes sufren un trastorno selectivo de la percepción de caras, de forma que no pueden reconocer a las personas por sus rostros (McNeil y Warrington, 1993). Curiosamente, la percepción de otras partes de cuerpo y otros parámetros de la conducta (forma de andar y voz, por ejemplo) no está dañada y pueden reconocer a sus conocidos gracias a estos parámetros. Típicamente la causa de este trastorno consiste en la lesión de la región fusiforme, lo que permite decir que esta región es imprescindible para el procesamiento de señales sociales muy importantes (Gainotti, & Marra, 2011).

Existen datos en la literatura científica previa que muestran la relevancia del carácter social de los estímulos. Por ejemplo, Scherer y Tannenbaum (1986) a través de una encuesta revelaron que los acontecimientos más emocionales de nuestra vida van estrechamente unidos a las relaciones con familiares y amigos. Un estudio reciente demostró que los estímulos aversivos sociales provocan un mayor afecto subjetivo desagradable que los estímulos aversivos no sociales; además, los participantes que eran más sensibles al rechazo social eran menos exitosos en la regulación de las respuestas emocionales provocados por estímulos sociales aversivos (Silvers, 2013).

3.3.1. Influencia del contenido social sobre emociones: estudios psicofisiológicos periféricos

Teniendo en cuenta que la actividad fisiológica, tanto periférica como central, provocada por los estímulos emocionales depende de las características afectivas de dichos estímulos (como su valencia afectiva y activación), y que estas respuestas, además, también dependen del contenido social de la estimulación, se puede proponer que el contenido social de los estímulos emocionales podría influir en la actividad fisiológica que suscitan. A continuación revisamos los estudios dedicados a esta

cuestión, dentro ya del ámbito de la Psicofisiología Social de las emociones en el que se enmarcan nuestros trabajos experimentales.

En relación con el efecto del contenido social sobre la actividad vegetativa, Britton, Taylor, Berridge, Mikels y Liberzon (2006) registraron la frecuencia cardíaca y la actividad electrodérmica durante la presentación de vídeos afectivos con cierta carga social. La actividad electrodérmica fue mayor durante la visión de los vídeos desagradables no sociales (mutilaciones) que durante la visión de los desagradables sociales (funerales). Pero la actividad electrodérmica fue menor durante la visión de los vídeos agradables no sociales (comida) que durante la visión de los agradables sociales (comedia). La desaceleración cardíaca fue mayor en el caso de los vídeos no sociales que en el caso de los vídeos sociales. Estos resultados, sin embargo, son de difícil interpretación ya que la valencia afectiva de los vídeos no era similar, es decir, según la evaluación subjetiva que realizaron los sujetos experimentales, había diferencias significativas en la valoración de la valencia afectiva entre diferentes vídeos. Aunque la activación subjetiva fue equiparada entre los vídeos agradables y desagradables, los resultados del estudio no permiten establecer si las diferencias en la actividad vegetativa se debían a un efecto de la valencia o del contenido social de los estímulos. Además hay que destacar que el tipo de estímulo “desagradable no social” (mutilaciones) contenía imágenes de personas.

La modulación de reflejo postauricular es una medida que también refleja los acontecimientos emocionales y el aumento de su actividad correlaciona con la valencia afectiva (Benning, Patrick, & Lang, 2004), aunque su función sigue siendo desconocida (Benning, 2011). En un estudio de Hess, Sabourin y Kleck (2007) este reflejo aumentó durante la visión de caras felices y disminuyó durante la visión de caras enfadadas. Pero esa diferencia tuvo lugar sólo cuando la cara era femenina, no cuando era masculina. La respuesta de parpadeo fue mayor durante la visión de caras enfadadas que de caras felices, pero sólo con la cara masculina. Hay que añadir que en este estudio no se realizó la evaluación subjetiva de imágenes y tampoco se compararon imágenes con caras e imágenes con objetos.

En resumen, podemos ver que se han realizado muy pocos estudios sobre la influencia de las características sociales de los estímulos emocionales sobre la actividad vegetativa. Por eso es prematuro intentar sacar conclusiones.

En lo tocante a la actividad electromiográfica, se han llevado a cabo más estudios. Así, un estudio intercultural con estadounidenses de ascendencia europea y afroamericana (Brown, Bradley, & Lang, 2006) reveló que los sujetos mostraron una mayor actividad del corrugador superciliar, junto con la mayor actividad electrodérmica y un tiempo de visión más prolongado, al contemplar imágenes con personas de su propia raza. Otros estudios electromiográficos han revelado diferencias en la actividad de la musculatura facial en función del contenido social de los estímulos afectivos. Por ejemplo, Fridlund y cols. (1990) encontraron que los participantes sonreían más activamente en una tarea de imaginación con gran carga social que en una tarea de imaginación con poca carga social. Philipp, Storrs y Vanman (2012) demostraron que las imágenes agradables provocaban una mayor actividad EMG del músculo cigomático mayor en presencia de seres humanos virtuales (observados por medio de gafas de realidad virtual), pero la puntuación obtenida en la evaluación subjetiva no estaba influida por la presencia de humanos virtuales, es decir las imágenes tenían el mismo nivel de valencia afectiva y activación en presencia y ausencia de espectadores virtuales. Dimberg y colegas (Dimberg & Thunberg, 1998; Dimberg, Thunberg, & Grunedal, 2002), usando electromiografía facial, revelaron que cuando los sujetos ven una cara que expresa una emoción, ellos imitan involuntariamente esta emoción. Al parecer, las neuronas espejo, tal y como se ha comentado más arriba, son responsables de este fenómeno, permitiendo al observador entender mejor la expresión emocional del otro gracias a la imitación (Gallese, Eagle, & Migone, 2007).

3.3.2. Influencia del contenido social sobre las emociones: actividad cerebral

Dado que hay diferentes datos sobre la actividad cerebral durante la percepción de estímulos emocionales y el impacto del ambiente social sobre nuestra conducta, es razonable suponer que las características sociales de los estímulos emocionales pueden influir en la respuesta cerebral ante ellos. Como los estudios son muy escasos y además la operativización de lo social a veces es muy distinta, discutimos estos estudios por los procedimientos empleados para definir los estímulos sociales.

Así, en el estudio realizado por Lee y cols. (2010) con potenciales evocados, se usaron caras como estímulos sociales y se encontró una mayor amplitud de la negatividad posterior temprana (240-320 ms) en la región occipital (O1 y O2) y potencial positivo tardío (400-550 ms) en la región parietal (PZ, P3 y P4) cuando los sujetos veían caras asustadas al oír un ruido blanco en comparación con escuchar el ruido blanco sin ver dichas caras. En un estudio de Proverbio, Zani, & Adorni (2008), con la técnica de localización de fuentes de EEG y en el que los estímulos eran personas y paisajes, se encontró una mayor activación bilateral de la circunvolución fusiforme (áreas de Brodmann 19/37) en ambos sexos durante la visión de imágenes sociales (personas) en comparación con las no sociales (paisajes). Estos datos corresponden con el hallazgo de la zona de percepción de caras en la circunvolución fusiforme (Sergent, Ohta, MacDonald, 1992; Kanwisher, McDermott, & Chun, 1997), que se activa en respuesta a la visión de rostros. Esta coincidencia no es sorprendente, puesto que en las imágenes sociales las caras son uno de los elementos más importantes en los que se concentra un observador. Además, se encontraron diferencias de género entre los participantes, de tal modo que en mujeres se halló activación en la circunvolución temporal superior bilateral y en la circunvolución occipital media derecha. Los autores interpretan que este dato podría relacionarse con el significado evolutivo de la función social de las mujeres como cuidadoras de niños y personas más empáticas, mientras que en hombres se producía un aumento de

actividad en el área parahipocámpica izquierda, responsable de la codificación topológica del espacio.

Los estudios de neuroimagen funcional también han revelado la implicación de diferentes estructuras en función del contenido social. Usualmente las personas se consideran como estímulos sociales y los objetos como estímulos no sociales. Así, en un estudio con RMf, Britton y colaboradores (Britton et al., 2006a) presentaron vídeos no sociales agradables (comida apetitosa) y desagradables (amputaciones, cadáveres) y sociales agradables (comedia situacional) y desagradables (funerales). Los vídeos no sociales activaron la ínsula y la corteza visual. Los vídeos sociales activaron a su vez la amígdala, la circunvolución temporal superior, el hipocampo y la corteza cingulada posterior. Los autores consideraron sus resultados como la confirmación de la existencia de diferencias en el procesamiento cerebral de estímulos sociales y no sociales que eran independientes de su valencia.

En un estudio parecido Harris, McClure, van den Bos, Cohen y Fiske (2007) hallaron que la actividad en la región anterior rostral de la corteza prefrontal medial fue mayor durante la visión de las imágenes agradables con personas que durante la visión de las imágenes desagradables con personas. Pero esta región no mostró diferencias según la valencia al observar imágenes con objetos. Además, ninguna región de la corteza prefrontal medial fue responsable de información social independientemente de la valencia, es decir en esta zona del cerebro no había ninguna región que se activara con la misma intensidad durante la visión de imágenes sociales agradables y de imágenes sociales desagradables. También encontraron que la corteza cingulada anterior fue sensible a la valencia, de manera que las imágenes agradables la activaron más que las desagradables. Frewen y cols. (2011) demostraron que la imaginación de escenas emocionales-sociales, independientemente de su valencia afectiva, activa la corteza prefrontal dorsomedial, la precuña, la corteza cingulada posterior, los polos temporales bilaterales y la unión temporoparietal bilateral y el cuerpo amigdalino derecho. Generalmente, la actividad cerebral era mayor en el caso de imaginaciones desagradables que en el caso de agradables.

Sakaki, Niki y Mather (2012), a su vez, realizaron un estudio en el que añadieron dos nuevas escalas subjetivas, “relevancia biológica” y “relevancia social”, ambas valoradas de 1 a 9. La evaluación subjetiva definió las imágenes de sexo, comida, serpientes y suicidio como las más relevantes desde el punto de vista biológico y las imágenes de dinero, gente sonriente, deportistas triunfantes y neonazis como las más relevantes desde el punto de vista social. Los resultados del estudio conductual mostraron que las imágenes biológicamente emocionales captaron más la atención que las imágenes socialmente emocionales; los sujetos recordaban las imágenes biológicamente emocionales mejor en una condición de atención dividida, en la que realizaban al mismo tiempo una tarea concurrente; y, al contrario, podían recordar las imágenes socialmente emocionales mejor en una condición de atención completa, sin la tarea concurrente. En todas las condiciones, ni la valencia afectiva ni la activación tuvieron ningún efecto. En la segunda fase con los mismos participantes observaron mediante RMf que las imágenes biológicamente emocionales activaron la corteza visual y la conexión entre ella y la amígdala más que las imágenes socialmente emocionales. A su vez, las imágenes socialmente emocionales activaron la corteza prefrontal medial y la conexión entre ella y la amígdala más que las imágenes biológicamente emocionales. Este estudio mostró que parecen existir estructuras diferentes para el procesamiento de estímulos sociales y biológicos relevantes. Además, los aspectos emocionales de tales estímulos pueden activar diferencialmente estas regiones.

Otra operativización del factor social fue propuesta por Geday, Gjedde, Boldsen y Kupers (2003). Estos autores dividieron las imágenes sociales en imágenes de baja y alta sociabilidad (caras de personas y situaciones sociales, respectivamente). Sus resultados revelaron que la región posterior de la circunvolución fusiforme mostraba más activación durante la presentación de imágenes de ambos tipos de imágenes sociales que durante la presentación de imágenes sin personas. Esta misma región cerebral estaba más activada por las imágenes desagradables que por las agradables. También encontraron una interacción entre la emoción y complejidad en

la circunvolución occipital inferior izquierda, donde la diferencia entre la actividad en respuesta a situaciones emocionales (independiente de su valencia) y situaciones neutras era mayor que la diferencia entre la actividad en respuesta a caras emocionales (independiente de su valencia) y caras neutras.

Otro paradigma utilizado por Lee y Siegle (2014) mostraba a los participantes caras con expresiones emocionales en dos condiciones: aisladas y en su contexto situacional. Estos dos tipos de estímulos activaban diferentes regiones cerebrales: los rostros solos aislados, sin contexto, suscitaban más activación en la ínsula, la precuña, las circunvoluciones cingulada, parahipocámpica, supramarginal, frontal medial, temporal superior, el tálamo y el núcleo caudado (en general, el sistema paralímbico). Cuando las caras se presentaban en su contexto real, se activaban más las circunvoluciones orbital, frontal medial, frontal media, frontal inferior, occipital inferior y media, temporal inferior, la cuña y en el vermis cerebeloso (declive del cerebelo). Estos datos indican que para el procesamiento de los estímulos sociales más complejos y más sociales se requiere una activación más amplia de las regiones corticales.

También hay que notar un estudio que usó un rasgo personal -la orientación social- que refleja interés hacia otros (Schirmer et al., 2008). Este rasgo se asoció con la activación de la amígdala derecha y la corteza orbitofrontal bilateral durante la escucha de voces emocionales más que de neutras, lo que confirma la participación de estas estructuras en el procesamiento emocional.

Otro fenómeno que evidencia la influencia de los aspectos sociales sobre la emoción es la empatía por el dolor (dolor que tiene lugar cuando el observador ve cómo sufre otra persona). Por ejemplo, Singer y cols. (2004) demostraron que el dolor propio y la exposición del dolor de la pareja provocan la activación bilateral de la ínsula anterior, la corteza cingulada anterior rostral, el tronco cerebral y el cerebelo. Pero el dolor propio también activaba la ínsula posterior, la corteza somatosensorial (primaria y secundaria) y la corteza cingulada anterior caudal. Estos datos también suponen que existe un mecanismo cerebral que diferencia entre

nuestras propias emociones y las emociones provocadas por empatía. En este sentido, un estudio en el que los participantes imaginaban dolor propio y dolor de otros, mostró un aumento de actividad en la corteza cingulada posterior, la precuña y la unión temporoparietal durante la imaginación de dolor de otros (Jackson, Brunet, Meltzoff, & Decety, 2006).

En resumen, podemos ver que diferentes modos de definir el aspecto social de los estímulos pueden llevar a diferentes patrones de activación cerebral durante la estimulación emocional y social. Sin embargo, se pueden destacar las regiones más activadas en dichos estudios: la amígdala, la ínsula y las cortezas cíngulada, prefrontal y temporal superior. Las investigaciones futuras podrían tratar de unificar y precisar el concepto de los aspectos sociales de los estímulos para obtener unos datos más fiables.

4. Objetivos de la tesis

Como se ha visto a lo largo del presente marco teórico, el contenido afectivo y el contenido social de los estímulos provocan, al menos por separado, reacciones diferentes en los individuos. Sin embargo, la combinación de ambos aspectos, es decir, los efectos de la naturaleza social de los estímulos afectivos sobre la reactividad fisiológica, en este caso, no están claros ni han sido suficientemente investigados. Si el contenido social modula las respuestas emocionales, podemos esperar diferentes respuestas conductuales, fisiológicas y subjetivas en función de la carga social presente en los estímulos emocionales. El objetivo principal de esta tesis es, por tanto, estudiar cómo el mayor o menor contenido social de los estímulos afectivos puede modificar la respuesta emocional a estos estímulos.

Con esta finalidad se ha comenzado por seleccionar estímulos visuales que difieren en valencia afectiva, activación y contenido social atendiendo a una de las principales dificultades en este campo: establecer el grado de contenido social de un estímulo. A continuación, se han diseñado y realizado tres experimentos, para los que se han seleccionado diferentes métodos de exploración de la reactividad fisiológica y conductual emocional, en función de la investigación previa y a efectos de comparación con la literatura revisada, incluyendo el uso de técnicas novedosas, como es el registro óptico de los cambios posturales.

4.1. Objetivos específicos de la tesis

1. Usando la valoración subjetiva de los participantes, construir un baremo de imágenes afectivas conforme a sus valencia afectiva, activación e interacción social (Experimento 1).

1.1. Elaborar una escala de valoración subjetiva de la interacción social.

1.2. Analizar las relaciones entre los valores de las escalas de valencia afectiva, activación e interacción social.

2. Estudiar la influencia de las imágenes sociales emocionales sobre la respuesta vegetativa y conductual durante una tarea de visión pasiva de imágenes (Experimento 2).

2.1. Analizar la influencia del contenido emocional, el contenido social y su interacción sobre la actividad electrodérmica, sobre la respuesta electromiográfica de corrugador superciliar y sobre el parpadeo reflejo de sobresalto durante la visión pasiva de las imágenes.

3. Estudiar la influencia de las imágenes sociales emocionales sobre la atención, a través del registro de la actividad electroencefalográfica (potenciales evocados) (Experimento 3).

3.1. Analizar la influencia del contenido emocional, el contenido social y su interacción sobre los componentes atencionales estudiados mediante el uso de potenciales evocados EEG durante la realización de una tarea atencional visomotora.

3.2. Analizar la influencia del contenido emocional, el contenido social y su interacción sobre los componentes cognitivos de los potenciales evocados EEG durante la realización de una tarea atencional visomotora.

4. Estudiar la influencia de las imágenes sociales emocionales sobre las características posturales en la posición vertical (Experimento 4).

4.1. Analizar la influencia del contenido emocional, el contenido social y su interacción sobre el desplazamiento anteroposterior y mediolateral y sobre la velocidad del movimiento del cuerpo (posicionado verticalmente) durante la visión pasiva de las imágenes.

5. Parte experimental

El formato que se ha adoptado para la descripción de los cuatro experimentos se ajusta al de los manuscritos de artículos para la publicación. Al tratarse de cuatro trabajos diferentes, pero relacionados entre sí, existe en algunos casos cierto solapamiento en la introducción, derivada del marco teórico expuesto en las páginas anteriores.

5.1. Experiment 1: Social content influences the subjective evaluation of affective pictures

5.1.1. Introduction

Emotions are important for survival of animals and human beings, and they participate in a variety of behaviours, including approach and withdrawal or fight-or-flight behaviours, as well as social communication. An approach to the study of emotions consists in classifying the whole spectrum of emotional phenomena into dimensions. This approach springs from Wundt's work (1896) and many psychophysiological studies have widely shown that physiological correlates exist mainly for two emotional dimensions – affective valence, or pleasantness, and arousal, or activation (see Lang, Greenwald, Bradley, & Hamm, 1993, and Sanchez-Navarro, Martinez-Selva, Torrente, & Roman, 2008 for a two-factor solution resulting of the factorisation of several physiological, behavioural and subjective variables). From a motivational perspective emotions are considered as behavioural tendencies (or motivations) to approach or avoid a stimulus or a situation. This tendency is supported by two motivational systems, the appetitive system (related to approach behaviours) and the defensive system (related to fight-or-flight behaviours). Accordingly, two basic bipolar dimensions, the affective valence (pleasant-unpleasant) and arousal, can describe affective stimuli. Pleasantness of a stimulus has been related to approach motivation, and unpleasantness to avoidance motivation, whereas arousal reflects the power or intensity of a motivation (Lang & Bradley,

2010; Lang, Bradley, & Cuthbert, 1997).

However, humans are not only emotional, but also social beings. Their behaviour depends also on their social environment, and, therefore, their emotions may be influenced by several factors related to the social context (Adolphs, 2009). A number of studies have shown that the social content of the stimuli influences the emotional responses. For example, Scherer and Tannenbaum (1986) found that most of the emotional events in our life are connected to relationships with family and friends. A recent psychometric study has revealed that aversive social stimuli evoke more subjective negative affect than non-social stimuli; moreover, individuals that are more sensitive to social rejection are less successful in the regulation of the emotional responses provoked by aversive social stimuli (Silvers, 2013). Social content also exerts an effect on behavioural measurements. For example, social pictures are viewed longer than non-social pictures, as reported by Sakaki, Niki, and Mather (2012).

Several psychophysiological studies have also shown the influence of the social content in how people process and react to emotional stimuli. For example, the skin conductance response has been found to be influenced by the social content of affective film-clips (Britton, Taylor, Berridge, Mikels, & Liberzon, 2006). Studies using facial electromyographic (EMG) activity measurements have also revealed differences in the activity of several facial muscles depending on the social content of the affective stimuli. In this line, Fridlund et al. (1990) found that participants showed more smiling in a high-sociality than in a low-sociality imagery task, and Philipp, Storrs, and Vanman (2012) showed that pleasant pictures elicited greater zygomaticus major EMG activity in the presence of virtual humans, though the pleasantness ratings of the pictures were unaffected by the presence of the virtual humans. Proverbio, Zani, and Adorni (2008) have found a larger parietal N2 component evoked by social scenes in comparison to landscapes, whereas a bilateral frontal N2 was larger for landscapes in comparison to social scenes.

This growing interest in the influence of the social components of the affective

stimuli on the emotional response has also led to studying the brain regions supporting the processing of these components. For example, functional neuroimaging data show that affective pictures depicting social content elicit greater activation of several neural structures, including the fusiform gyrus (Geday, Gjedde, Boldsen, & Kupers, 2003), the superior temporal sulcus (Norris, Chen, Zhu, Small, & Cacioppo, 2004), and the amygdala (Silvers, 2013). In addition, the data obtained by Frewen et al. (2011) reveal that social emotional processing, regardless of affective valence, recruits brain regions involved in social processing, such as the dorsomedial prefrontal cortex, posterior cingulate/precuneus, bilateral temporal poles, bilateral temporoparietal junction and right amygdala. Thus, behavioral and physiological studies give support to the relationship between emotion and social context with regard to the reactions of the observers.

However, a limitation of most of the previous studies has been the use of the variable social content as a qualitative variable following an “all or nothing” principle, that is, the stimuli or conditions are usually separated into two categories: social and non-social. This categorization of the social variable could have led to the masking of several physiological changes and subjective responses, resulting in a loss of findings related to the influence of the social content of the affective stimuli on emotional response. Our study was aimed at examining the effects of the social content on the subjective evaluation of affective pictures. For this purpose, we used three categories of the affective stimuli, depending on their social content (without people, with one person and with two or more people) to check the effect that the social content might exert on the subjective evaluation of affective pictures, over the two classical emotional dimensions – affective valence and arousal. In addition, we introduced a self-report scale called “social interaction” to study the relationships between affective ratings and the social dimension of the stimuli.

5.1.2. Methods

Participants

The sample consisted of 161 student volunteers (119 females), aged between 18 and 35 years (*mean age* = 21.1, *SD* = 3.04). All participants were selected from the University of Murcia and received course credits for participation.

Stimuli

The experimental stimuli consisted of 200 affective pictures³. One hundred and forty-six were selected from the International Affective Picture System (IAPS, Lang, Bradley, & Cuthbert, 2008), 34 were selected from the EmoMadrid affective picture database (<http://www.uam.es/CEACO/EmoMadrid.htm>), and 20 additional neutral pictures depicting social interaction were downloaded from the Internet, since the IAPS and the EmoMadrid do not contain enough pictures of such content. Seven university scholars were invited to rate the pictures downloaded from the Internet, and a picture was included in the experimental set only if at least 4 out of 7 subjects agreed that the content was neutral. Pictures were chosen to comprise 9 categories

³ The pictures used in the study were the following:

Unpleasant without people: 1525, 3400, 7380, 9300, 9560, 9570, 9600, 9620, 9630, 9911 (from the IAPS); 0067, 0223, 0281, 0284, 0286, 0287, 0295, 0320, 0321, 0325, 0326, 0367, 0391, 0581 (from EmoMadrid).

Unpleasant with one person: 2688, 2717, 2730, 3062, 3100, 3150, 6200, 6210, 6250, 6260, 6300, 6370, 6570, 9120, 9160, 9800 (from the IAPS); 0327, 0376, 0579, 0586 (from EmoMadrid).

Unpleasant with two or more people: 2683, 2703, 3280, 3530, 6315, 6415, 6530, 6550, 6821, 6834, 8485, 9050, 9250, 9423, 9452, 9635, 9910, 9920, 9921, 9925 (from the IAPS).

Neutral without people: 5510, 5535, 6150, 7000, 7002, 7004, 7009, 7010, 7025, 7034, 7035, 7036, 7041, 7055, 7056, 7058, 7059, 7161, 7179, 7487 (from the IAPS).

Neutral with one person: 2038, 2102, 2190, 2210, 2214, 2385, 2440, 2441, 2446, 2480, 2495, 2499, 2512, 2514, 2516, 2745, 2749, 2840, 2870, 9070 (from the IAPS).

Neutral with two or more people: 2393, 2396, 2580, 2595, 2850, 2890, 9700 (from the IAPS) and 20 pictures from the Internet, as in the mentioned databases there were not enough pictures of this type.

Pleasant without people: 1650, 5260, 5450, 5480, 5700, 7270, 7501, 8500, 8501, 8502 (from the IAPS); 0129, 0218, 0219, 0260, 0269, 0274, 0379, 0398, 0431, 0433, 0437, 0445, 0527 (from EmoMadrid).

Pleasant with one person: 2030, 4150, 4235, 4250, 4255, 4274, 4279, 4510, 4531, 4532, 4538, 4561, 4572, 5470, 5626, 5628, 5629, 8021, 8031, 8034, 8080, 8178, 8179, 8186, 8200, 8300 (from the IAPS).

Pleasant with two or more people: 2216, 2346, 4598, 4608, 4609, 4645, 4656, 4658, 4676, 4687, 4689, 4690, 4694, 4695, 5621, 7502, 8180 (from the IAPS) ep0397, ep0399 (from EmoMadrid), one picture from the Internet.

varying in affective valence (unpleasant, neutral, and pleasant) and social content (0 people, 1 person, and 2 or more interacting people). Each of the 9 categories contained from 20 to 27 pictures. We also selected 4 additional pictures from the IAPS used at the beginning of the study as training trials.

Procedure

The evaluation of the pictures was divided into two sessions. The pictures were presented on a large projection screen (1.5 × 2 m) via an LCD projector. Eighty subjects in the first session and 81 in the second session were seated in a large room at a distance between 3 and 10 m from the screen. We did not equalise the distance to the screen because it has previously been demonstrated that picture size does not influence subjective ratings (Sanchez-Navarro, Martinez-Selva, Roman, & Torrente, 2006). Each session lasted 120 min. approximately with a 10 min. break. To ensure that subjects performed the task accurately, four training trials were administered at the beginning of the session, and questions regarding the task were answered. Each picture was presented for 6s. After picture offset, subjects had 20 seconds to rate the picture in a paper-and-pencil questionnaire. Participants were asked to rate three dimensions for each picture: affective valence, arousal and social interaction. Affective valence and arousal were rated according to a 9-point Likert scale for each dimension, such that 9 represented a high rating (i.e., high pleasure, high arousal), and 1 represented a low rating (i.e., low pleasure, and low arousal). Likewise, social interaction was also rated according to a 9-point Likert scale, with 9 representing high social interaction, and 1 representing no social interaction. The question to the subjects regarding this dimension was: “How much social interaction do you see in the picture?”

Data analysis

All the statistical analyses were conducted with the PASW 19 package (IBM, USA). Each subjective rating was analyzed by a repeated measures ANOVA, 3

(Emotional content: unpleasant, neutral and pleasant) \times 3 (Social content: without people, 1 person, and 2 or more people), with both Emotional content and Social content as within-subject variables. When appropriate, a Greenhouse-Geisser adjustment to the degrees of freedom was used to correct any potential inflation of the reported probability values (Bageella, Sloan, & Heitjan, 2000). For the main statistical tests we obtained a measure of the effect size (partial eta-squared, η^2). Paired comparisons were performed with a Bonferroni correction (Keselman, 1998). We used the Pearson's coefficient to study correlations between variables. Lastly, affective valence, arousal and social interaction ratings were factorised into principal components using a Varimax factor rotation. We used a .05 level of significance for all the statistical analyses.

5.1.3. Results

Descriptive statistics

Table 2 shows a summary of the descriptive statistics for each picture category. The subjective ratings of the 146 pictures selected from the IAPS were highly and positively correlated with the original IAPS ratings for both affective valence ($r = .95, p < .001$) and arousal ($r = .90, p < .001$). The t -tests did not reveal any difference between our data and those obtained by Lang et al. (2008) (all $ps > .05$). As shown in Figure 14, affective valence and arousal ratings of all the pictures used in the study showed a typical U-shaped curve. Additionally, we did not find gender differences in affective valence, arousal, and social interaction ratings (all $ps > .05$).

Affective valence

We found a significant main effect of Emotional content, $F(2, 159) = 2243.1, p < .001, \eta^2 = .93$. Paired comparisons showed that pleasant pictures were rated with higher affective valence than neutral and unpleasant pictures, and, in turn, neutral pictures were rated with higher affective valence than unpleasant pictures (all $ps <$

.001). We also found a significant main effect of Social content on affective valence ratings, $F(2, 159) = 43.4, p < .001, \eta^2 = .21$. Pictures without people were rated with higher affective valence than pictures with one person and pictures with two or more people (all $ps < .001$).

Table 2. Descriptive Statistics of Each Picture Category.

Category of pictures	Mean (SD)		
	Valence	Arousal	Social interaction
Unpleasant, 0 person	2.8 (0.8)	5.9 (1.3)	1.3 (0.5)
Unpleasant, 1 person	2.5 (0.7)	6.1 (1.3)	1.4 (0.8)
Unpleasant, 2 or more people	2.3 (0.7)	6.4 (1.3)	4.8 (1.3)
Neutral, 0 person	4.9 (0.5)	2.2 (1.0)	1.1 (0.3)
Neutral, 1 person	5.1 (0.5)	3.2 (1.2)	1.4 (0.8)
Neutral, 2 or more people	4.9 (0.4)	2.9 (1.2)	5.0 (1.2)
Pleasant, 0 person	7.0 (0.7)	5.9 (1.4)	1.3 (0.8)
Pleasant, 1 person	6.7 (0.8)	5.9 (1.3)	1.6 (0.9)
Pleasant, 2 or more people	7.0 (0.8)	6.4 (1.3)	6.5 (1.3)

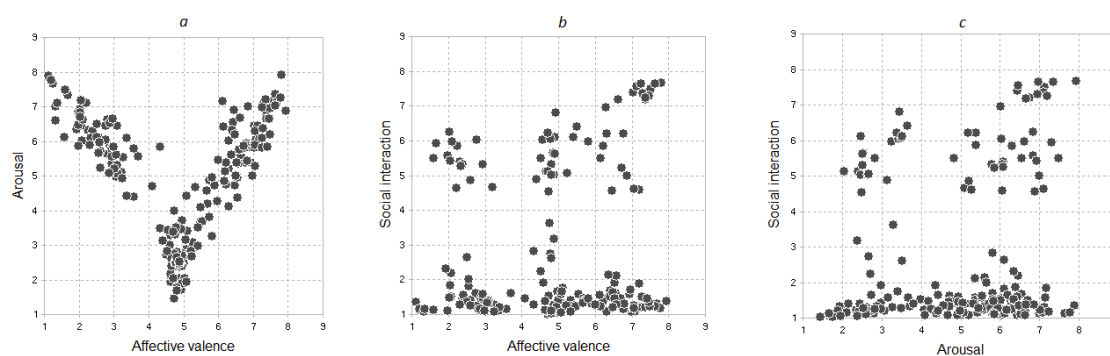


Figure 14. Affective valence, arousal and social interaction ratings obtained in our study.

However, these main effects were qualified by an Emotional content \times Social content significant interaction, $F(4, 157) = 71.7, p < .001, \eta^2 = .31$. Neutral pictures with one person were rated with higher affective valence than neutral pictures without people and neutral pictures with two or more people (all $ps < .001$). Pleasant pictures depicting one person were rated with lower affective valence ratings than pleasant pictures without people and pleasant pictures with two or more people (all $ps < .001$).

Arousal

Statistical analyses revealed a significant main effect of Emotional content, $F(2, 159) = 1009.1, p < .001, \eta^2 = .86$. Paired comparisons showed that neutral pictures were rated with lower arousal ratings than both pleasant and unpleasant pictures (all $ps < .001$).

We also found a significant main effect of Social content on arousal ratings, $F(2, 159) = 109.2, p < .001, \eta^2 = .41$. Pictures depicting two people were rated with higher arousal ratings than pictures with one person and pictures without people (all $ps < .001$). In turn, pictures with one person were rated with higher arousal ratings than pictures without people ($p < .001$).

An Emotional content \times Social content significant interaction was also found, $F(4, 157) = 64.0, p < .001, \eta^2 = .29$. Unpleasant pictures depicting two or more people were rated with higher arousal ratings than unpleasant pictures with one person and unpleasant pictures without people; in turn, unpleasant pictures with one person were rated with higher arousal ratings than pictures without people (all $ps < .001$). Neutral pictures depicting one person were rated with higher arousal ratings than neutral pictures without people and neutral pictures with two or more people; neutral pictures with two or more people were rated with higher arousal than neutral pictures without people (all $ps < .001$). Pleasant pictures with two or more people were rated higher in arousal than pleasant pictures without people and pleasant pictures with one person (all $ps < .001$), and pleasant pictures without people had greater arousal than pleasant pictures with one person ($p = .007$).

Social interaction

We found a significant main effect of Emotional content, $F(2, 159) = 190.3, p < .001, \eta^2 = .54$. Pleasant pictures were rated with higher social interaction than neutral and unpleasant pictures (all $ps < .001$). A significant effect of Social content was also found, $F(2, 159) = 1998.8, p < .001, \eta^2 = .93$. Pictures with two people obtained higher ratings in social interaction than pictures with one person and

pictures without people; in turn, pictures with one person were rated with higher social interaction than pictures without people (all $ps < .001$).

We also found a significant Emotional content \times Social content interaction, $F(4, 157) = 196.4, p < .001, \eta^2 = .55$. Within every emotional content category, pictures with two persons were rated with higher social interaction than pictures with one person and pictures without people; pictures with one person received higher social interaction ratings than pictures without people (all $ps < .003$). Neutral pictures without people received lower social interaction ratings than unpleasant and pleasant pictures without people (all $ps < .001$). Pleasant pictures with two or more people were rated higher in social interaction than unpleasant and neutral pictures with two or more people; and neutral pictures with two or more people received higher social interaction ratings than unpleasant pictures with two or more people (all $ps < .001$).

Relationship between dimensions

Next, we carried out correlation analyses for each Emotional content category. We found a significant negative correlation between affective valence and arousal ratings for unpleasant pictures ($r = -.76, p < .01$), and a positive correlation between both variables in the case of neutral pictures ($r = .48, p < .001$). For pleasant pictures we also found a significant positive correlation between affective valence and arousal ratings ($r = .76, p < .001$), as well as between arousal and social interaction ratings ($r = .35, p = .002$).

We conducted correlation analyses between social interaction and affective valence and arousal for each Social content category. In the pictures without people category we did not find any significant correlation with social interaction, and in the one person category affective valence showed a positive correlation with social interaction ($r = .26, p = .034$). Finally, in the pictures depicting two or more people, affective valence and social interaction positively correlated only in the case of pleasant pictures ($r = .53, p = .014$), but not for unpleasant or neutral pictures ($p = .60$ and $p = .10$, respectively). Likewise, arousal and social interaction positively

correlated only for pleasant pictures ($r = .55$, $p = .009$), but not for unpleasant and neutral pictures ($p = .50$ and $p = .20$, respectively).

Factor analysis

As shown above, since social interaction mainly correlated with the other dimensions when pictures depicted two or more persons, we decided to conduct the factor analysis using only these pictures (65 pictures depicting two or more persons).

As shown in Table 3, the analysis reached a two-factor solution that accounted for 86.02% of the variance ($KMO = .50$). The two factors, labelled as Affective valence and Arousal, accounted for 46.67% and 37.35% of the total variance respectively. Social interaction, however, did not prove to be an independent factor. This variable influenced both factors, although it exerted a greater influence on Factor 1 (Affective valence) than in Factor 2 (see Table 3).

Table 3. Factor solution obtained on the Subjective Ratings of the Pictures Depicting Two or More Persons (65 Pictures).

	Factor 1	Factor 2
Affective valence	.91	-.15
Arousal	.03	.97
Social interaction	.80	.40
% of explained variance	48.67	37.35

5.1.4. Discussion

The aim of this research was to study the effects of the social content on the subjective evaluation of affective pictures. The pictures were rated for two emotional dimensions (affective valence and arousal), as well as in a new dimension, called social interaction, which was considered to be a measure related to social content.

Our data on affective valence and arousal were similar to the findings obtained in previous studies (Lang et al., 2008; Moltó et al., 1999; Vila et al., 2001). Pleasant and unpleasant pictures received greater arousal ratings than neutral pictures. Affective valence and arousal were quadratically related, and the factor analysis reached a two-factor solution, revealing that affective valence and arousal appeared as two different factors. These data are in agreement with previous research showing the two-dimensional nature of emotion (Lang et al., 1993; Sánchez-Navarro et al., 2008). In this model, the affective valence dimension is related to the approach or avoidance motivation, whereas the arousal dimension relates to the power or strength of such a motivation (Lang et al., 1997).

The social content influenced the affective valence in unpleasant pictures, so unpleasant pictures with one person and two or more people were rated as more unpleasant than unpleasant pictures without people. This result is in agreement with some studies in which social unpleasant stimuli provoked greater psychophysiological responses than non-social unpleasant ones (Silvers, 2013). Additionally, arousal was linearly related to social content: the more people in a picture, the higher the arousal rating it received. This pattern was found for both pleasant and unpleasant pictures. These data are connected to those obtained by Scherer & Tannenbaum (1986) who showed that the most emotional or arousing events in our life are related to relationships with other people.

The subjective ratings of social interaction showed interesting results. As expected, social interaction ratings depended on the number of people in the pictures. That is, the more people in a picture, the higher the scores on social interaction. More importantly, social interaction was greater in pleasant pictures than in unpleasant and neutral pictures. And when we considered only pictures depicting two or more persons, social interaction ratings were highest for pleasant pictures, followed by neutral pictures and, lastly, by unpleasant pictures. Hence, our data show a modulation of the perceived social interaction depending on the affective valence of the pictures.

Moreover, the factor analysis conducted on pictures depicting two or more persons showed that social interaction influenced the affective valence factor and, to a lesser extent, the arousal factor. However, the correlation analyses revealed that a significant relationship between social interaction and affective valence only existed in the case of pleasant pictures. Likewise, the correlation between social interaction and arousal only appeared for pleasant pictures. These data are in agreement with those of Philipp et al. (2012), who demonstrated that pleasant pictures provoked greater zygomatic EMG activity in the virtual presence of humans observed through virtual display glasses. It can be also referred to the findings of Fridlund et al. (1990), who showed that subjects smiled more intensely (as revealed by an increase of the zygomatic major EMG activity) while imagining high-sociality events in comparison with low-sociality ones.

Social content and the perceived social interaction, therefore, are two variable especially related to pleasant stimuli. It has previously been proposed that emotions depend on two motivational systems of the brain, appetitive and aversive (Lang, Bradley, & Cuthbert, 1997). But, in addition, emotions may also be influenced by the social context (Bradley, Codiposti, Cuthbert, & Lang, 2001). In the process of natural selection, it has been more important for survival to display a faster and stronger reaction to unpleasant signals of the environment, independently of their social content, than to pleasant stimuli. This negativity bias is a robust psychological phenomenon that has received a wide support (Cacioppo & Berntson, 1994; Cacioppo & Gardner, 1999). Pleasant stimuli do not require an urgent involvement, and they serve as a cue to pursue a goal or to explore the environment. Hence, the reactions to pleasant stimuli may be more influenced by other factors than the reactions to unpleasant stimuli. And one of these factors seems to be social content, as our data show.

Overall, these results reveal that the social content of a picture influences the viewer's subjective evaluation of affective valence and arousal, with a more marked influence in the case of pleasant scenes. Whether it also influences the subjects'

behavioural response and physiological reactions is beyond the aim of this study and should be addressed by future research.

5.2. Experiment 2: Social content influences physiological reactions to affective pictures

5.2.1. Introduction

Humans are social beings who interact with conspecifics throughout their lives. Their survival depends in part on an efficient behaviour in a social environment, that is, on successful interactions with other people (Adolphs, 2009). An important function of the human brain, therefore, is the ability to recognise relevant social signals and to display a variety of behavioural, physiological and cognitive responses appropriate to such signals. Thus, it is not surprising that social stimuli have great emotional significance. They are among the most powerful affective stimuli for human beings and may influence emotional responses, due to the link between social and emotional processes.

Moreover, an overlap has been found between the neuronal systems that process social information and those involved in emotional processing (Adolphs, 2009; Norris, Chen, Zhu, Small, & Cacioppo, 2004; Olsson & Ochsner, 2008). Neuroimaging studies have also revealed that the neural structures involved in the processing of emotional stimuli are also sensitive to their social value (e.g., Britton et al., 2006a; Norris et al., 2004; Sakaki, Niki, & Mather, 2012). An additive effect of the social value and the affective valence of the emotional stimuli has been found in the activity of the amygdala (Norris et al., 2004), as well as a joint activation in the dorsomedial prefrontal and medial parietal cortices when subjects view pictures depicting social interaction (Iacoboni, et al., 2004). Hence, the emotional response

promoted by the affective value of an eliciting stimulus might be influenced by its social content (Britton, Taylor, Berridge, Mikels, & Liberzon, 2006; Hess, Banse, & Kappas, 1995). However, other researchers have reported that the overlap between the neural systems processing emotional and social stimuli might be incomplete (e.g., Hess, Sabourin, & Kleck, 2007; Sakaki et al., 2012). In order to gain a better understanding of social behaviour, it is necessary to differentiate the role of social cognition and emotion in social interaction (Olsson & Ochsner, 2008).

A number of studies also show the relationships between several autonomic and somatic responses and the affective and social content of the eliciting stimuli. For instance, the blink component of the startle reflex, together with the corrugator supercilii and autonomic activity have been repeatedly demonstrated to be influenced by the affective valence and arousal of the stimuli (e.g., Bradley, Codiposti, Cuthbert, & Lang, 2001; Lang, Greenwald, Bradley, & Hamm, 1993; Sanchez-Navarro, Martinez-Selva, Torrente, & Roman, 2008). Social and non-social stimuli have also been found to promote different patterns of physiological responses. For instance, the startle blink reflex modulation is influenced by the social content of facial expressions (Hess et al., 2007). Regarding autonomic activity, Britton et al. (2006b) found that skin conductance responses (SCRs) differed depending on the social content of the affective stimuli, with non-social negative stimuli promoting greater responses than non-social positive ones, while both negative and positive social stimuli evoked greater SCRs than neutral ones. This study also found that non-social stimuli provoked greater heart rate (HR) deceleration than social ones. These data, therefore, show that the social content of affective stimuli may influence the emotional responses they promote.

The aim of our study was to test whether social content influences the subjective and physiological reactions to affective pictures. Previous research has underlined the difficulty of experimentally inducing social emotions (e.g., Britton et al., 2006b). A problem of this type of studies is the lack of consensus about what a "social stimulus" is, together with the related question of how to measure the degree

or level of social content depicted in a picture. Some researchers have used pictures with the only criterion of containing people as social stimuli (Proverbio, Zani, & Adorni, 2008), while others have used stimuli depicting interaction between people (Iacoboni et al., 2004), and yet others have contrasted biologically relevant (food and erotica) with socially relevant (money, smiling faces) stimuli regardless of whether they contain people (Sakaki et al., 2012). Harvey and Lepage (2013) found that control participants demonstrated a memory boost for social pictures (i.e., pictures with at least one person) in comparison with non-social pictures, whereas schizophrenics did not. At the same time, controls (but not patients) showed a greater activation of the dorsomedial prefrontal cortex while viewing social pictures. Geday, Gjedde, Boldsen, and Kupers (2003) proposed another classification of social stimuli: they divided social pictures into low sociality pictures (faces) and high sociality pictures (situations). Thanks to this criterion they found a greater activation for high sociality pictures in the left inferior occipital cortex. Lee and Siegle (2014) presenting to participants pictures of faces and pictures of the same faces but in a social context found that processing of faces in the social context required an involvement of broad cortical regions, whereas pictures of faces evoked activation of limbic regions. They recommend selecting carefully social stimuli in future studies. Therefore, different understanding of social load of affective stimuli may lead to different results.

To achieve our purpose, we decided to establish three levels of social content according to the number of human beings depicted in a series of affective pictures; that is, we used pictures without people, pictures depicting one person and pictures displaying two or more people. All pictures had been previously rated according to their social interaction content⁴. Our three-level division is similar to the “faces-situations” division of Geday et al. (2003), but we applied a more objective criterion (number of people) and added nonsocial pictures, that is, those pictures without people. To test the effect of social content on subjects’ responses to affective stimuli we employed a number of subjective (affective valence, arousal) and physiological

⁴ See Experiment 1.

measures (skin conductance, corrugator supercilii activity and startle reflex modulation).

We expected that the observation of one person and two or more people would provoke different reactions. Viewing social situations (e.g., interacting people) may require an increase of processing resources, in comparison to the viewing of objects. This may be due by the higher complexity and ambiguity contained in scenes of interacting people, which may lead the observer to make inferences about the situation and the actors involved (e.g., attitudes, intentions, personality, etc.) (Fiske & Taylor, 2013), including the processes involved in attributing behavioral and mental states, as well as in understanding the relationship between them. Therefore, our first hypothesis was that pictures with one and two or more people would provoke greater reactions than pictures without people, and evoke higher subjective arousal ratings and larger SCRs.

Unpleasant one-to-one communication might require more resources and provoke greater psychophysiological reactions (SCRs and corrugator supercilii EMG) than unpleasant pictures with two or more people because unpleasant scenes involving one person could provoke more intense reactions (fight-or-flight), since the observer is alone, as it happens in emergency cases as it was shown by the work of Darley and Latané (1968) who demonstrated that when the observer is alone in such situations, he or she can feel more responsibility and act better accordingly to the situation. Finally, we believed that pleasant pictures would not provoke such effects because they do not usually require a rapid response.

As regards the corrugator supercilii activity, in addition to a greater activity provoked by the unpleasant pictures, we also expected that unpleasant pictures depicting people would provoke greater EMG activity than pictures depicting objects, because of the social-instrumental and communicative functions performed by this muscle (Bradley et al., 2001) together with the possible mimicry and/or contagion effect promoted by people depicted by the pictures (Dimberg & Thunberg, 1998; Hess & Blairy, 2001). We also expected the emotional modulation of the startle blink

reflex to be mainly influenced by the affective valence of the pictures, rather than by the social information contained in these stimuli because, to our knowledge, the effect of social stimuli on startle response has not been observed in previous research.

5.2.2. Methods

Participants

A total of 73 student volunteers (62 females) from the University of Murcia participated in the study. The mean age was 22.4 years ($SD = 7.0$). All subjects gave informed consent and received course credits for participation in the experiment. All procedures were conducted in accordance with the Declaration of Helsinki.

Materials and design

We selected 85 pictures⁵ from the International Affective Picture System (IAPS; Lang, Bradley, & Cuthbert, 2008), the EmoMadrid affective picture database (<http://www.uam.es/CEACO/EmoMadrid.htm>), and the Internet, which were previously rated by 161 subjects in affective valence, arousal and social interaction using a 9-point Likert scale for each dimension (see Experiment 1). Pictures were chosen so as to comprise 9 categories varying in affective valence (unpleasant, neutral and

⁵ The pictures used in the study were the following:

Unpleasant without people: 1525, 3400, 7380, 9300, 9570 (from the IAPS), 0284, 0223, 0321, and 0391 (from EmoMadrid).

Unpleasant with one person: 2717, 2730, 3062, 3100, 6570, 2688, 6250, 9800 (from the IAPS), and 0327 (from EmoMadrid).

Unpleasant with two or more people: 2683, 3530, 6315, 6415, 6530, 8485, 9050, 9921, 9925 (from the IAPS).

Neutral without people: 5510, 5535, 6150, 7009, 7034, 7035, 7058, 7161, and 7179 (from the IAPS).

Neutral with one person: 2038, 2190, 2214, 2440, 2495, 2514, 2516, 2745.1, and 2749 (from the IAPS).

Neutral with two or more people: 2393 (from the IAPS) and 8 pictures from the Internet pictures from the Internet, as in the mentioned databases there were not enough pictures of this type.

Pleasant without people: 1650, 7270 (from the IAPS), 0129, 0219, 0260, 0269, 0274, 0431, and 0445 (from the EmoMadrid).

Pleasant with one person: 4150, 4235, 4250, 4255, 4531, 4538, 4561, 4572, 5629, 8179, 8186, 8200, and 8300 (from the IAPS).

Pleasant with two or more people: 2346, 4598, 4608, 4645, 4656, 4676, 4694, 4695 (from the IAPS), and 0435 (from the EmoMadrid).

pleasant) and social content (0 people, 1 person, and 2 or more interacting people). There were no significant differences in affective valence within each emotional content category. Neither were there significant differences in arousal between the six pleasant and unpleasant categories and between the three neutral categories (all $ps > .05$).

Each category included 9 pictures. We constructed a different set of pictures of the “pleasant with one person” category for men and women, such that each contained five pictures common to both male and female participants, while the other four pictures included opposite-sex erotica. Thus, each subject viewed a total of 81 pictures.

Each picture was presented on a 19-inch computer screen for 6 s, with a random intertrial interval of between 12 s and 22 s. We constructed 9 different presentation orders, and subjects were randomly assigned to one of them. For each order, pictures were pseudo-randomly distributed along the 81 trials in such a way that two consecutive pictures of the same affective valence were not allowed.

The acoustic startle stimulus was a 50-ms, 105 dB(A) burst of white noise (20 Hz-20 KHz) with instantaneous rise- and fall-time, presented binaurally through headphones. The intensity of the stimulus was previously calibrated using a Brüel & Kjaer (Naerum, Denmark) artificial ear (Model 153) and sound level meter (Model 2231). The startle probe appeared in 54 of the 81 pictures (6 of 9 pictures in each of the 9 conditions) randomly at 3500, 4000 or 4500 ms after picture onset. In order to avoid predictability, 12 acoustic stimuli were also delivered in the intertrial intervals along the task.

Procedure

On arrival at the laboratory, each participant was given a brief description of the task and signed a written consent to participate in the study. Then, the subject entered the experimental chamber, was accommodated in an armchair located 1 m in front of the computer screen, and all sensors were attached. The environmental

conditions of temperature and humidity throughout the study were 19 °C ($SD = 2.2$) and 70.5 % ($SD = 7.8$), respectively. Participants were informed that a series of pictures would be displayed on the screen and that they should pay attention to each picture for its entire duration. Subjects were also instructed that at times a brief white noise would be heard over the headphones.

After the psychophysiological recording, all the sensors were removed and the participants viewed the pictures again in a free viewing time setting. The participants were required to rate the affective valence and arousal of the pictures using a computerised 9-point Likert scale. As an additional measure of social content, subjects also rated the social interaction depicted by each picture in a computerised 9-point Likert scale. Subjects were instructed to watch the picture for as long as they liked. When participants clicked again the screen, the picture disappeared, and they could rate the picture in each dimension.

Data collection and reduction

The physiological signals were acquired, amplified, and filtered by a Biopac MP150 data acquisition system (Biopac Systems, Inc., USA).

Startle blink reflex was measured by recording EMG activity from the orbicularis oculi muscle beneath the left eye, through a bipolar placement of 4-mm Ag/AgCl surface electrodes (Fridlund & Cacioppo, 1986). The raw EMG signal was amplified and frequencies below 28 Hz and above 500 Hz were filtered out (Blumenthal et al., 2005). The raw signal was full-wave rectified and integrated off-line with a time constant of 10 ms (Blumenthal, 1994). Blink magnitude was scored as the difference between the peak appearing within 21-150 ms after startle probe onset, and the mean EMG activity appearing within the 50 ms before probe onset (Blumenthal et al., 2005). For each subject, the raw blink magnitudes were z -score standardized and expressed as T -scores ($Mean = 50$, $SD = 10$), and outlier values (deviated 3 standard deviations from the mean) were removed. For statistical analyses, magnitude was computed as zero in trials with no response detected.

Skin conductance responses were obtained by the bipolar placement of 7-mm Ag/AgCl standard surface electrodes filled with an isotonic electrolyte paste on the thenar (C6) and hypothenar (C8) eminences of the left hand surface. The raw signal was calibrated to detect activity in the 0-100 microSiemens range. SCRs were computed as the magnitude of the wave appearing between 0.9s and 4s after pictures onset (Venables & Christie, 1980). A log transformation ($\log_{10}[\text{SCR}+1]$) was used to normalise the raw SCR data. The corrugator supercilii electromyographic (EMG) activity was recorded from the left side of the face through bipolar placement of 4-mm Ag/AgCl surface electrodes (Fridlund & Cacioppo, 1986). The raw EMG signal was amplified, and frequencies below 10 Hz and above 500 Hz were filtered out. The signal was full-wave rectified and integrated offline with a time constant of 500 ms. For each picture, the corrugator supercilii activity was obtained by subtracting activity in the 1s before picture onset from the average activity occurring in the 6s interval of picture duration. All physiological signals were sampled continuously at 1,000 Hz for the entire recording.

Data analysis

Each dependent variable under study was analysed by a repeated measures, ANOVA, 3 (Emotional content: unpleasant, neutral, and pleasant) \times 3 (Social content: without people, one person, and two or more people), with Emotional content and Social content as within-subjects variables.

Statistical analyses were performed with the PASW 19 package (IBM, USA). When appropriate, a Greenhouse-Geisser adjustment to the degrees of freedom was used to correct any potential inflation of the reported probability values (Bagiella, Sloan, & Heitjan, 2000). For the main statistical tests, a measure of the effect size, partial eta-squared (η^2), was obtained. Paired comparisons were performed with the Bonferroni correction (Keselman, 1998). Correlation analyses between the subjective ratings and all the other variables were performed with the Pearson coefficient, again using a Bonferroni correction. All statistical tests used the .05 level of significance,

and only significant results are reported.

5.2.3. Results

Subjective evaluation

A significant main effect of Emotional content on affective valence ratings was found, $F(2, 144) = 833.2$, $p < .001$, $\eta^2 = .92$. As shown in Table 4, subjects rated the pleasant pictures with the highest affective valence, and the unpleasant pictures with the lowest ratings ($p < .001$ for all comparisons). We also found an Emotional content \times Social content significant interaction, $F(4, 288) = 6.4$, $p = .001$, $\eta^2 = .08$. Subjects rated the unpleasant pictures with one person with lower affective valence (i.e. they were more unpleasant) than unpleasant pictures without people ($p < .001$) and unpleasant pictures with two or more people ($p = .016$). Neutral pictures with one person were rated with higher affective valence than neutral pictures without people ($p = .001$) and neutral pictures with two or more people ($p = .002$) (see Table 4).

Table 4. Descriptive Statistics of the Subjective Evaluation of the Pictures.

Picture categories	Affective valence (1-9)		Arousal (1-9)		Social interaction (1-9)	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
Unpleasant, total	2.2	1.0	6.7	1.1	3.7	2.4
0 person	2.3	0.8	6.5	1.1	1.9	1.6
1 person	2.0	0.9	6.8	1.3	2.9	1.8
2 or more people	2.4	1.3	6.8	1.1	6.2	1.6
Neutral, total	5.2	0.4	3.0	1.5	3.5	2.3
0 person	5.1	0.3	2.6	1.5	1.8	1.4
1 person	5.3	0.5	3.3	1.4	2.8	1.7
2 or more people	5.1	0.4	3.2	1.5	6.1	1.3
Pleasant, total	7.0	0.7	6.3	1.3	4.5	2.5
0 person	7.0	0.7	5.5	1.5	2.7	2.0
1 person	7.1	0.7	6.7	1.1	3.4	2.2
2 or more people	7.0	0.8	6.7	1.2	7.3	1.1

We also found a significant main effect of Emotional content on arousal ratings, $F(2, 144) = 322.5$, $p < .001$, $\eta^2 = .82$ (see Table 4). Unpleasant pictures were

rated with higher arousal ratings than pleasant ($p = .030$) and neutral pictures ($p < .001$), and pleasant pictures were also rated with higher arousal than neutral pictures ($p = .001$). We also found a main effect of Social content on arousal ratings, $F(2, 144) = 44.2, p < .001, \eta^2 = .38$. Pictures without people received lower arousal ratings than pictures depicting one person ($p < .001$) and pictures displaying two or more people ($p < .001$). In addition, we found an Emotional content \times Social content significant interaction, $F(4, 288) = 8.6, p < .001, \eta^2 = .11$. Neutral pictures depicting one person ($p = .001$) and those depicting two or more people ($p < .001$) were rated with higher arousal than neutral pictures without people. Pleasant pictures depicting one person ($p < .001$) and pleasant pictures displaying two or more people ($p < .001$) were rated higher in arousal than pictures without people.

A main effect of Emotional content on social interaction ratings was found, $F(2, 144) = 39.5, p = .001, \eta^2 = .35$. Pleasant pictures were rated with higher social interaction values than unpleasant ($p = .001$) and neutral pictures ($p < .001$). We also found a main effect of Social content on social interaction ratings, $F(2, 144) = 343.7, p = .001, \eta^2 = .83$. Pictures depicting two or more people were rated with higher social interaction values than pictures displaying one person ($p < .001$) and without people ($p < .001$), and, in turn, pictures depicting one person received higher social interaction ratings than those without people ($p < .001$). A significant Emotional content \times Social content was also found, $F(4, 288) = 3.7, p = .010, \eta^2 = .05$. Within each Emotional content category pictures depicting two or more people were rated with higher social interaction values than pictures displaying one person and without people, and, in turn, pictures depicting one person received higher social interaction ratings than those without people (all $ps < .001$).

Skin conductance

Skin conductance responses were influenced by Emotional content $F(2, 122) = 11.0, p < .001, \eta^2 = .15$. Pairwise comparisons showed that unpleasant pictures provoked greater SCRs than neutral ($p = .001$) and pleasant ones ($p = .047$). We also

found an effect of Social content on SCRs $F(2, 122) = 9.2$, $p < .001$, $\eta^2 = .13$. Pictures without people evoked lower SCRs than pictures depicting one person ($p < .001$) and two or more people ($p = .017$). A significant Emotional content \times Social content was also found, $F(4, 244) = 4.2$, $p < .001$, $\eta^2 = .13$. Unpleasant pictures with one person evoked greater SCRs than unpleasant pictures without people ($p = .029$) and unpleasant pictures with two people ($p = .010$). Both pleasant pictures with two or more people and pleasant pictures with one person evoked greater SCRs than pleasant pictures without people (both $ps < .001$, see, Table 5 and Figure 15).

Table 5. Psychophysiological Reactions to the Different Categories of Stimuli.

Picture categories	Corrugator ($\Delta \mu V$)		SCR ($\log \mu S + 1$)		Startle reflex (T-score)	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
Unpleasant, total	1.10	1.55	0.08	0.30	51.25	3.53
0 people	0.86	1.16	0.07	0.25	51.12	4.23
1 person	1.20	2.04	0.11	0.27	51.27	4.45
2 or more people	1.00	1.34	0.05	0.37	51.36	3.71
Neutral, total	0.42	0.53	0.04	0.12	50.64	3.44
0 people	0.50	0.57	0.04	0.11	50.37	3.93
1 person	0.36	0.48	0.04	0.06	51.15	4.08
2 or more people	0.44	0.53	0.05	0.17	50.39	3.61
Pleasant, total	0.29	0.72	0.06	0.20	47.97	3.66
0 people	0.30	0.67	0.02	0.06	48.03	3.36
1 person	0.27	0.93	0.07	0.25	48.57	4.13
2 or more people	0.30	0.50	0.08	0.22	47.32	3.30

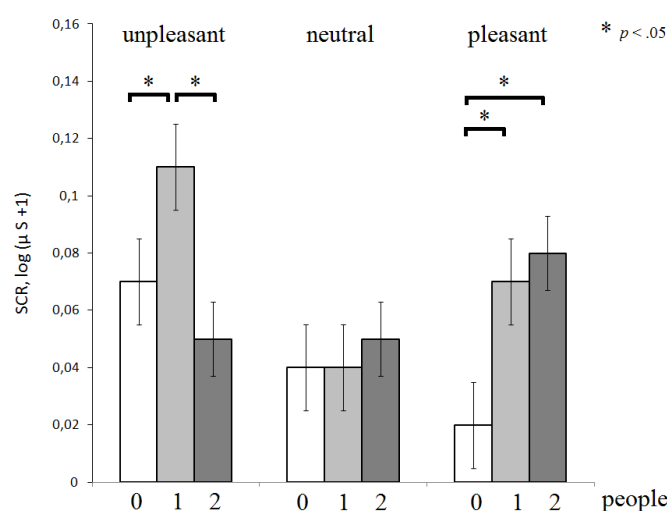


Figure 15. Differences in skin conductance depending on emotional and social content of pictures.

Corrugator supercilii EMG

We found a significant main effect of Emotional content on the corrugator activity, $F(2, 136) = 35.4, p < .001, \eta^2 = .34$. Paired comparisons showed that unpleasant pictures provoked greater activity than neutral ($p < .001$) and pleasant pictures ($p < .001$), and neutral pictures, in turn, elicited greater activity than pleasant ones ($p < .001$). A significant Emotional content \times Social content interaction was also found, $F(4, 272) = 7.2, p < .001, \eta^2 = .10$. Unpleasant pictures with one person provoked greater corrugator activity than unpleasant pictures without people ($p < .001$, see Table 5 and Figure 16)

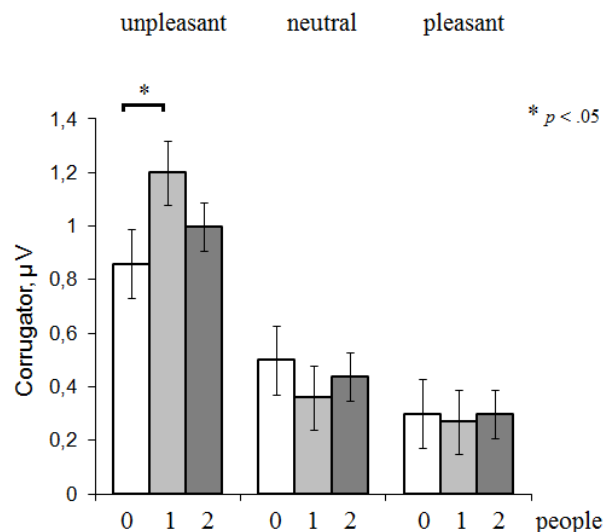


Figure 16. Differences in the corrugator activity depending on emotional and social content of pictures.

Startle eyeblink reflex

A significant main effect of Emotional content was found on startle magnitude, $F(2, 144) = 33.3, p = .0001, \eta^2 = .32$. Paired comparisons showed that pleasant pictures elicited lower eyeblink response magnitudes than neutral ($p = .001$) and unpleasant pictures ($p = .001$, see Table 5).

Correlation between variables

We also found a number of significant correlations between the

psychophysiological variables and the subjective ratings of the pictures. The affective valence ratings negatively correlated with the startle magnitude ($r = -.58, p < .001$) and the corrugator EMG activity ($r = -.74, p < .001$). The arousal ratings positively correlated with the SCRs ($r = .49, p < .001$) and the corrugator EMG activity ($r = .36, p < .001$).

5.2.4. Discussion

We studied the effects of emotional and social content on subjective and psychophysiological responses to affective pictures. With regard to the effect of the emotional content of the pictures, our results, except for SCRs, are in accordance with the data obtained by previous studies (Lang et al., 1993; Bradley et al., 2001; Sanchez-Navarro et al., 2012). The startle reflex and the corrugator supercilii activity were related to the emotional content, that is, they increased with unpleasant pictures and decreased with pleasant ones. Skin conductance responses, in turn, were greater towards unpleasant pictures, but we did not find significant differences between pleasant and neutral pictures. This result was not expected, but similar differences between subjective arousal and SCRs have also been reported by other authors (e.g., Alpers, Adolph, & Pauli, 2011). These authors distinguish between the brain systems involved in decoding the affective content of emotional scenes and those systems involved in the psychophysiological responses to emotional scenes. Accordingly, pictures that receive similar subjective arousal ratings may not necessarily result in similar psychophysiological response patterns.

Social content influenced the subjective ratings of the affective pictures. Pleasant and neutral pictures with one or more people were rated with higher arousal, and they were also viewed longer than pictures without people. Accordingly, SCR data partially coincide with arousal ratings: pleasant pictures depicting one or more people provoked greater SCRs than pictures without people. This is also in agreement with the data obtained by Britton et al. (2006b), who found that both negative and

positive social stimuli promoted greater SCRs than non-social positive ones.

A different effect of social interaction was found on subjective and physiological responses to unpleasant pictures. Unpleasant pictures were more arousing than pleasant and neutral ones, regardless of their social content. In addition, unpleasant pictures depicting one person promoted greater SCRs than unpleasant pictures depicting two or more people. Related findings have been reported in studies of physiological responses to facial expressions. Data coming from neuroimaging studies have shown that pictures depicting negative facial expressions provoke greater SCRs than negative scenes - that did not contain any human being (e.g., car accidents) - as well as greater activation of the right amygdala (Hariri, Mattay, Tessitore, Fera, & Weinberger, 2003). These authors note that their results support the importance of facial expression in social and emotional behaviour and, therefore, in survival. However, contrasting data have also been found. For example, Alpers et al. (2011) have found greater SCRs provoked by negative scenes than by negative faces, with negative scenes also rated as more arousing than negative faces. A possible interpretation could be that unpleasant pictures depicting one person may create a more uncertain context than those depicting two or more people. As it was shown by Darley and Latané (1968), when the observer is alone in emergency cases, he or she can feel more responsibility and act better accordingly to the situation. On the contrary, when there are more people, the responsibility is diffused, and it is less probable that an observer would act that was called “bystander effect”. Therefore, our data can be the psychophysiological correlate of this effect.

This same specificity of the one-person scene may have led to the increase of the corrugator supercillii EMG activity. The presence of one person increased the activity of this muscle in the case of unpleasant pictures, in contrast to pictures without people in the scene. It is well known that in humans this muscle (along with other facial muscles) is involved in the expression of a number of emotions, mainly of a negative nature, such as fear or worry (Ekman, Sorenson, & Friesen, 1969). In addition to varying with the unpleasantness of the affective stimuli, it has been

proposed that the corrugator supercillii activity also varies depending on the specific content of such stimuli (Bradley et al., 2001; Sanchez-Navarro et al., 2012). Our data seem to reflect both the affective and the contextual effects on the corrugator activity, since the corrugator activity was greatest for the unpleasant contents, regardless of the number of people in the scene, and, in addition, unpleasant pictures depicting one person provoked greater EMG activity than unpleasant scenes without people. Accordingly, previous research has found that facial activity is a tactic response that varies with specific contexts, and has been related to instrumental and communicative functions (Bradley et al., 2001). This effect might be linked to the evolutionary function of facial expression (Darwin, 1872; 2009): it is highly useful in one-to-one communication, related to the information about the emotional state of the other person, and it can be less useful during observation of others' social interaction (because the observer may not be a part of the interaction), and still less useful when there are no people in the scene. This interpretation is supported by previous data showing that viewing affective facial expressions of other people leads subjects to display a facial activity pattern related to the observed face, which may be related to mimicry and emotional contagion, both involved in social communication (e.g., Dimberg & Thunberg 1998; Hess & Blairy, 2001)

In contrast, pleasant pictures depicting one person and those with two or more people evoked greater SCRs than pictures without people. The absence of differences in SCRs between pleasant pictures with two or more people and pictures depicting one person may be attributed to the low stressful nature of pleasant events, which are not usually related to survival, in comparison with unpleasant events that may require quick decisions and behavioural responses.

In conclusion, pictures with more social content evoke larger SCRs, perhaps indicating more interest and complexity, and thus, requiring more processing resources. In the case of unpleasant scenes, pictures depicting only one person evoke stronger subjective and physiological reactions than pictures displaying objects and two or more people, which may probably be related to an evolutionary function

associated to one-to-one communication. Overall, our results reveal that behavioural and physiological responses promoted by affective pictures vary depending on the social content, particularly the degree of social interaction that they depict. This is in line with previous proposals, suggesting a link between emotional and social processes in the brain (e.g., Adolphs, 2009; Britton et al., 2006a; Norris et al., 2004).

5.3. Experiment 3:

The influence of the social content of affective pictures on the automatic attentional capture

5.3.1. Introduction

Emotions are mainly elicited by significant stimuli that are relevant for survival and/or homeostatic adjustments. These stimuli provoke a pool of subjective, behavioural and physiological responses that may vary depending on the affective dimensions of such stimuli. For instance, affective valence and arousal have been found to be related to different cortical activity, as measured by event-related potentials (ERPs) (Amrhein, Mühlberger, Pauli, & Wiedemann, 2004; Carretié, Mercado, Tapia, & Hinojosa, 2001; Cuthbert, Schupp, Bradley, Birbaumer, & Lang, 2000; Schupp et al., 2000; 2006). In their review Olofsson, Nordin, Sequeira, and Polich (2008) conclude that unpleasant pictures provoke greater amplitudes of the P1 component, whereas the modulation of P2 and N2 depends on arousal, and the amplitude of P3b is larger in response to pleasant and unpleasant pictures when they are presented in the background in the course of an attentional task in the foreground. Other authors have found that the early posterior negativity (Schupp et al., 2006) and the late positive potential, especially at posterior sites (Schupp et al., 2000; De Cesarei & Codispoti, 2006), are sensitive to arousal. However, it is important to note that previous research has not always reported similar results. Accordingly, it has been found that the ERPs promoted by affective pictures also depend on the type of task, stimulus predictability (Delplanque, Silvert, Hot, & Sequeira, 2005), and stimulus repetition (Codispoti, Ferrari, & Bradley, 2007).

Humans are social beings, and, therefore, many emotion-eliciting situations are social in nature. Previous research has highlighted that social and non-social stimuli provoke different patterns of responses. For example, the startle blink reflex modulation is influenced by the social content of facial expressions (Hess, Sabourin, & Kleck, 2007). Recently, Amaral, Simões, & Castelo-Branco (2015) have reported an increase of the P300 component at the right parietal region to attended complex social stimuli. Previous research has also studied the interaction between the social content and the affective content of the stimuli on autonomic responses. Britton, Taylor, Berridge, Mikels, and Liberzon (2006), for example, found that non-social negative stimuli provoked greater skin conductance responses (SCRs) than non-social positive ones, while non-social stimuli provoked greater heart rate (HR) deceleration than social ones. Previous research in our laboratory has also found that unpleasant pictures depicting one person elicit higher corrugator supercilii activity and SCRs than pictures without people and with two or more people (see Experiment 2). These data, therefore, show that the social content of affective stimuli may influence the emotional responses they promote.

There are few studies, however, that have investigated the ERP correlates of the interaction between emotional and social factors. For example, Proverbio, Zani, and Adorni (2008) showed that the amplitude of the parietal N2 component was larger in response to social scenes than to landscapes, whereas the amplitude of the bilateral anterior frontal N2 was larger in response to landscapes than to social scenes.

A question that arises from the studies reviewed is whether the social content of the emotional stimuli exert an effect on the cognitive processing that these stimuli demand. Previous research has shown that emotional pictures, especially negative ones, capture greater attention than other affective pictures, that is, these stimuli attract automatic (or exogenous) attention in a greater extent than other affective stimuli (e.g., Carretié, 2014; Carretié, Hinojosa, López-Marín, Albert, Tapia & Pozo, 2009; Carretié, Ruiz-Padial, López-Martín, & Albert, 2011). For example, affective

background content worsened the performance in the Stroop task (Charash and McKay, 2002) and in a target location task (Cisler, Olatunji, Lohr, & Williams, 2009). Using a digit categorisation task, Carretié et al. (2011) have found that trials with disgusting pictures in the background were associated with greater reaction times and a greater number of errors. Moreover, P2 amplitude was greater for disgusting trials. Therefore, disgusting stimuli were more efficient at distracting subjects from the attentional task than both fearful and neutral pictures. In a similar study using a go/no go task, Albert, López-Martín, & Carretié (2010), found that reaction times were shorter in response to trials with a pleasant background in comparison to trials with neutral or unpleasant backgrounds and, at the same time, P3 amplitude in the no-go trials was increased in response to trials with a pleasant background. These data show that the performance on an attentional task can be influenced by the affective background because of the interference of two types of stimuli – the stimuli of the task and the affective pictures. Orbitofrontal cortex and anterior cingulate cortex are supposed to be responsible for this effect, because their activity is increased when motor responses to affective stimuli are inhibited (Elliott, Rubinsztein, Sahakian, & Dolan, 2000).

Sakaki, Niki, and Mather (2012) have demonstrated, in addition, that social emotional stimuli require elaborate processing to influence cognitive processing (e.g., attention and memory), in contrast to more basic, biological relevant stimuli that automatically impact on such processing. This effect was supported, in addition, by a different pattern of brain activity, as measured by fMRI. Whereas biologically emotional pictures provoked stronger activity in visual cortex and amygdala, as well as greater functional connectivity between both structures, socially emotional stimuli elicited greater activity in medial prefrontal cortex (related to a more elaborate processing), as well as stronger functional connectivity between this structure and amygdala.

However, no studies have been conducted in order to study the effect of the social content of the affective stimuli as exogenous attention on cognitive processing.

This experiment was aimed, therefore, at exploring this effect on exogenous attention. For this purpose, we used a categorization task similar to that used by Carretié et al. (2011), and used as background affective pictures varying in affective valence and social content. While subjects performed the task, we recorded both behavioural measures (reaction times and number of errors), as well as electrophysiological measures (ERPs).

We expected, firstly, that the emotional content of background pictures would distract participants from the categorisation task and result in longer reaction times and worse accuracy in response to trials with affective pictures, particularly unpleasant pictures, because of the greater interference of the pictures with the categorization task. Secondly, we also expected that pictures depicting greater social content could improve the performance on the attentional task. This hypothesis was based on the social facilitation phenomenon which consists in that the presence of other people increases arousal, and this, in turn, increases the probability to perform well-learned responses better (Zajonc, 1965). In this line, Mersebak (2013) showed that viewing unpleasant pictures in the presence of another person decreased the EEG α -power, which authors related to enhanced attention. Given that social facilitation effect can be observed without real people, but only with people in pictures or virtual reality environment (Gardner & Knowles, 2008; Philipp, Storrs, & Vanman, 2012), we expected to observe it in our experimental design. Thirdly, basing on the data that showed that shorter latency and larger amplitude usually reflect the allocation of attentional resources (Polich, 2007), we expected shorter latency and larger amplitude of the ERP waves in response to social pictures as a cortical correlate of the expected improvement in the performance on the attentional task.

5.3.2. Methods

Participants

A sample of 24 student volunteers (16 females) from the University of Murcia

(*Mean age* = 20.4; *SD* = 2.4) participated in the study. All subjects gave informed consent and received course credits for participation in the experiment. All procedures were conducted in accordance with the Declaration of Helsinki.

Materials and design

In order to select a suitable set of pictures, prior to this research 161 subjects rated 200 pictures in affective valence, arousal and social interaction (see Experiment 1) For each dimension, we constructed a 9-point rating scale, with 9 representing a high rating (i.e., high pleasure, high arousal, and high social interaction), and 1 representing a low rating (e.g., highly unpleasant, low arousal, and no social interaction).

On the basis of these data, we selected 113 pictures⁶ for the EEG study. Pictures were chosen so as to comprise 9 categories varying in emotional content (unpleasant, neutral and pleasant) and social content (0 people, 1 person, and 2 or more interacting people). Pictures within each emotional content category did not differ in affective valence depending on social content. Neither were there significant differences in arousal between the six pleasant and unpleasant categories, as well as between the three neutral categories (all *ps* > .05).

⁶ The pictures used in the study were the following:

Unpleasant without people: 1525, 7380, 9300, 9570, 9600, 9911 (from the IAPS), 0223, 0284, 0320, 0326, 0391, and 0581 (from EmoMadrid).

Unpleasant with one person: 3062, 3100, 3150, 6200, 6210, 6260, 6370, 9120, 9160 (from the IAPS), and 0327, 0376, 0586 (from EmoMadrid).

Unpleasant with two or more people: 3280, 3530, 6315, 6415, 6530, 6821, 6834, 9050, 9423, 9452, 9920, and 9925 (from the IAPS).

Neutral without people: 5510, 5535, 7000, 7002, 7025, 7034, 7035, 7036, 7055, 7056, 7059, and 7161; (from the IAPS).

Neutral with one person: 2038, 2102, 2190, 2214, 2480, 2499, 2512, 2514, 2745.1, 2840, 2870, and 9070 (from the IAPS).

Neutral with two or more people: 2393, 2396, 2850 (from the IAPS) and 9 pictures from the Internet pictures from the Internet, as in the mentioned databases there were not enough pictures of this type.

Pleasant without people: 5260, 5480, 7501, 8500, 8501, and 8502 (from the IAPS), 0129, 0218, 0260, 0269, 0379, and 0437 (from the EmoMadrid).

Pleasant with one person: 2030, 4531, 4150, 4532, 4235, 4538, 4250, 4561, 4255, 4572, 5626, 5628, 5629, 8021, 8179, 8186, and 8200 (from the IAPS).

Pleasant with two or more people: 2216, 2346, 4608, 4609, 4645, 4676, 4689, 5621, 7502 (from the IAPS), and 0397, 0399, and 0435 (from the EmoMadrid).

Each category included 12 pictures. A different set of pictures of the “pleasant with one person” category was prepared for men and women, such that each contained seven pictures common to both male and female participants, while the other five pictures included opposite-sex erotica. Each picture was presented three times; hence, each subject passed through 324 trials. In the centre of every picture there were four yellow Arabic digits (the entire row was 2.9° in height \times 8.5° in width). Pictures were presented on a 19-inch computer screen for 500 ms with an intertrial interval of 3500 ms and a sound at 2000 ms after which participants could blink if necessary.

We constructed three different presentation orders, and the participants were randomly assigned to one of them. For each order, pictures were pseudorandomly distributed along the 324 trials in such a way that three or more consecutive pictures of the same emotional or social content were not allowed.

Procedure

The participant entered the experimental chamber, was accommodated in an armchair located 90 cm in front of a computer screen, and all sensors were attached. The mean room temperature throughout the study was 22.0°C ($SD = 2.8$).

Participants were asked to press a key from a keyboard as accurately and rapidly as possible if the second and the third digits were both even or odd, and a different key if one of them was even and the other was odd. In order to avoid a possible influence of handedness, we asked half of the participants to use the left hand in the former case and the right hand in the latter, and half of the participants to do the opposite.

After the psychophysiological recording, all the sensors were removed and the participants viewed the pictures again in a free viewing time setting. The participants were required to rate the affective valence and arousal of the pictures using a computerised 9-point Likert scale. As an additional measure of social content, subjects also rated the social interaction depicted by each picture in a computerised 9-

point Likert scale. Subjects were instructed to watch the picture for as long as they liked. When participants clicked again the screen, the picture disappeared, and they could rate the picture in each dimension.

Data collection and reduction

The EEG signal was acquired (bandpass = 0.05–40 Hz, sampling rate = 500 Hz, reference = FCz, ground = AFz, impedance < 5 k Ω) using a 31-channel cap (BrainProducts, Germany) and analysed in EEGLAB (Delorme, & Makeig, 2004). All channels then were re-referenced to the common average. Electrooculogram was recorded with one electrode placed at the orbicular muscle below the right eye. The recording was split into 1000 ms epochs, beginning 200 ms before stimulus onset. Eye-movement artefacts were corrected with least mean square regression analysis (Gomez-Herrero et al., 2006), and then trials with activity higher than 100 μ V and lower than -100 μ V were deleted. All trials with incorrect behavioural answers were also deleted.

After visual examination (Figure 17) and according to the findings of Carretié et al. (2011) and Polich (2007), we decided to find peaks for anterior sites (F3, Fz, F4, C3, Cz, and C4) in the temporal windows of 150 – 224 ms (N1a), 224 – 276 ms (P2a), and 276 – 360 ms (N2a). For posterior sites (P3, Pz, P4, O1, Oz, O2) we used temporal windows of 150 – 224 ms (P2p), 224 – 276 ms (N2p), and 276 – 450 ms (P3p). In the correspondent time windows we found the maximum amplitude peaks and their latencies of positive components and the minimum amplitude peaks and their latencies for negative components.

Regarding the behavioural task, we measured the accuracy (the percentage of hit points) and the reaction time (in milliseconds) of correct responses.

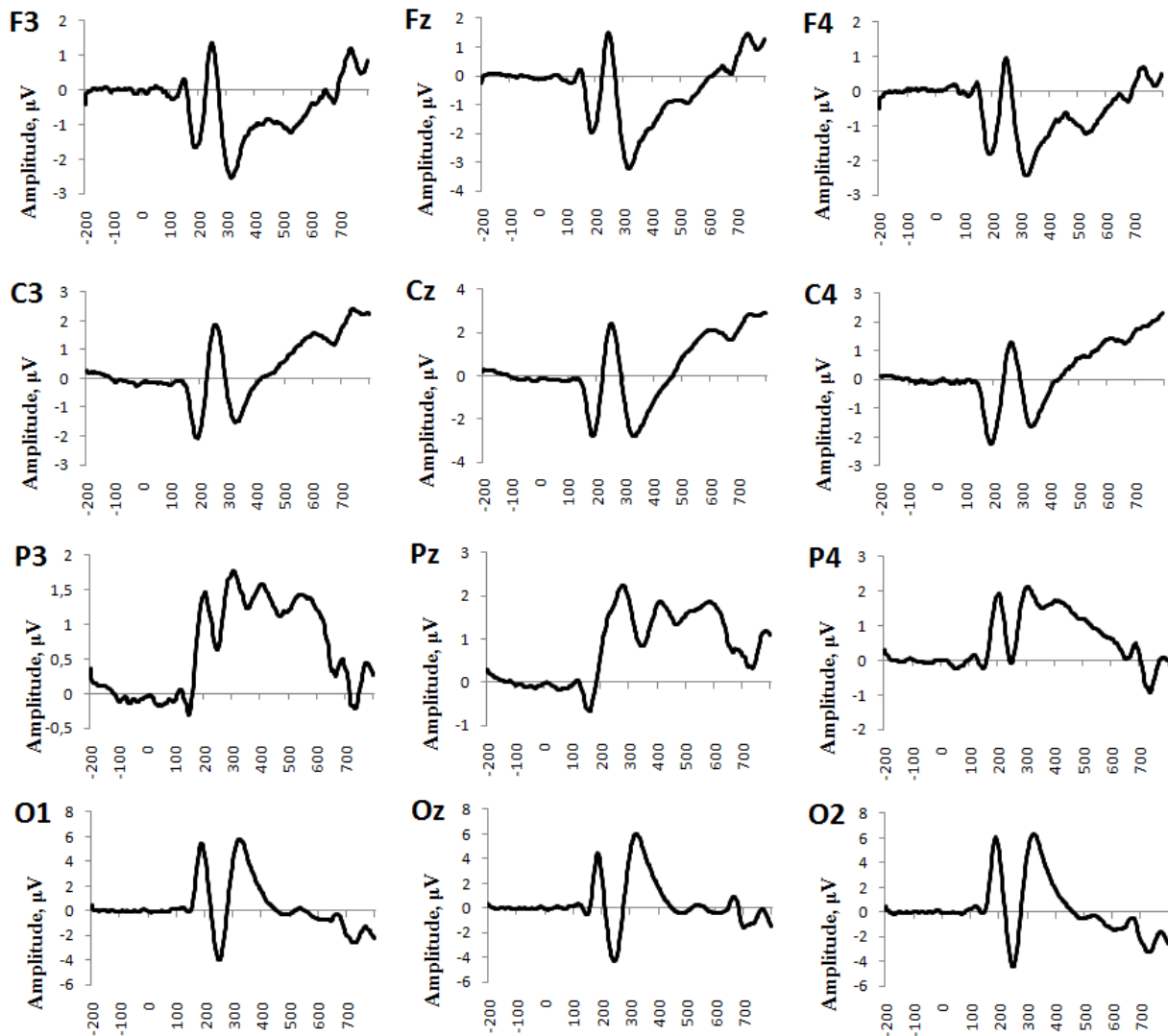


Figure 17. Grand averages of event-related potentials of each selected sites.

Data analysis

All the statistical analyses were performed with the PASW19 statistical package (IBM, USA). Each dependent variable was analysed by a repeated measures analysis of variances, 3 (Emotional content: unpleasant, neutral, and pleasant) \times 3 (Social content: without people, one person, and two or more people). When appropriate, we used Greenhouse-Geisser adjustment to the degrees of freedom to correct any potential inflation of the reported probability values. For the main statistical tests, a measure of the effect size, partial η^2 , was obtained. Paired comparisons were performed with a Bonferroni correction (Keselman, 1998). The

level of significance was always .05.

5.3.3. Results

Subjective evaluation

A significant main effect of Emotional content was found on affective valence ratings, $F(2, 46) = 557.9, p < .001, \eta^2 = .96$. As shown in Table 6, subjects rated the pleasant pictures with the highest affective valence, and the unpleasant pictures with the lowest ratings. We also found a main effect of Social content on affective valence ratings, $F(2, 46) = 4.6, p = .015, \eta^2 = .17$. Pairwise comparisons showed that the participants rated the pictures with one person with the highest affective valence than the pictures with two or more people, $p = .021$. Finally, we found an Emotional content \times Social content significant interaction, $F(4, 92) = 4.9, p = .001, \eta^2 = .18$. The participants rated the unpleasant pictures without people with higher affective valence than unpleasant pictures with two or more people ($p = .008$), and neutral pictures with one person were rated with higher affective valence than neutral pictures without people ($p = .003$) and neutral pictures with two or more people ($p = .040$).

We also found a significant main effect of Emotional content on arousal ratings, $F(2, 46) = 111.6, p = .001, \eta^2 = .83$ (see Table 6). Unpleasant and pleasant pictures were rated with higher arousal ratings than neutral pictures ($ps < .001$). We likewise found a main effect of Social content on arousal ratings, $F(2, 46) = 38.0, p = .001, \eta^2 = .62$. Pictures depicting one person and pictures displaying two or more people received higher arousal ratings than pictures without people ($ps < .001$). In addition, we found an Emotional content \times Social content significant interaction, $F(4, 92) = 6.3, p = .001, \eta^2 = .22$. Pleasant pictures depicting one person and pleasant pictures displaying two or more people were rated higher in arousal than pleasant pictures without people ($ps < .010$). Neutral pictures depicting one person and those depicting two or more people were rated with higher arousal than neutral pictures without people ($ps = .001$).

Table 6.. Descriptive Statistics of the Subjective Evaluation of the Pictures.

Picture categories	Affective valence (1-9)		Arousal (1-9)		Social interaction (1-9)	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
Unpleasant, total	2.2	0.5	6.7	1.3	2.9	0.9
0 person	2.4	0.7	6.6	1.4	1.4	0.9
1 person	2.3	0.5	6.9	1.3	1.9	1.3
2 or more people	2.0	0.6	6.6	1.4	5.6	1.4
Neutral, total	5.2	0.3	2.9	1.3	2.7	0.8
0 person	5.0	0.3	2.1	1.2	1.2	0.4
1 person	5.4	0.7	3.5	1.6	1.8	1.1
2 or more people	5.1	0.3	3.1	1.6	5.2	1.6
Pleasant, total	7.3	0.6	6.2	1.3	3.7	1.2
0 person	7.2	0.6	5.7	1.5	2.0	1.7
1 person	7.3	0.7	6.4	1.3	2.1	1.5
2 or more people	7.3	0.7	6.5	1.3	6.9	1.5

A main effect of Emotional content on social interaction ratings was also found, $F(2, 46) = 18.2, p = .001, \eta^2 = .44$. Pleasant pictures were rated with higher social interaction values than unpleasant ($p = .004$) and neutral pictures ($p = .001$). We also found a main effect of Social content on social interaction ratings, $F(2, 46) = 153.6, p = .001, \eta^2 = .87$. Pictures depicting two or more people were rated with higher social interaction values than pictures displaying one person and without people ($ps < .001$). In turn, pictures depicting one person received higher social interaction ratings than those without people ($p = .024$).

Behavioural data

We only found a main effect of Social content on reaction time, $F(2, 46) = 3.4, p = .044, \eta^2 = .13$. Participants answered faster in trials with pictures depicting two or more people than pictures depicting one person ($p = .039$, Figure 18). The difference between reaction time in trials with pictures depicting two or more people than pictures without people was marginal ($p = .09$). We did not find any effect on accuracy (all $ps > .05$).

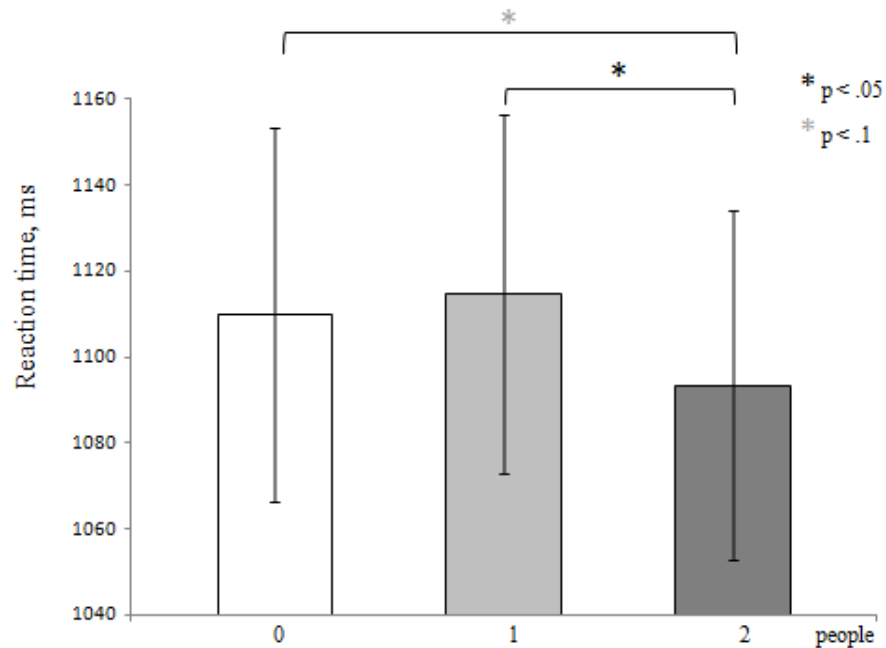


Figure 18. The reaction times depending on social content of background pictures.

Event-related potentials

Figures 19 and 20 represent the grand average of both regions of interest depending on social content of background pictures.

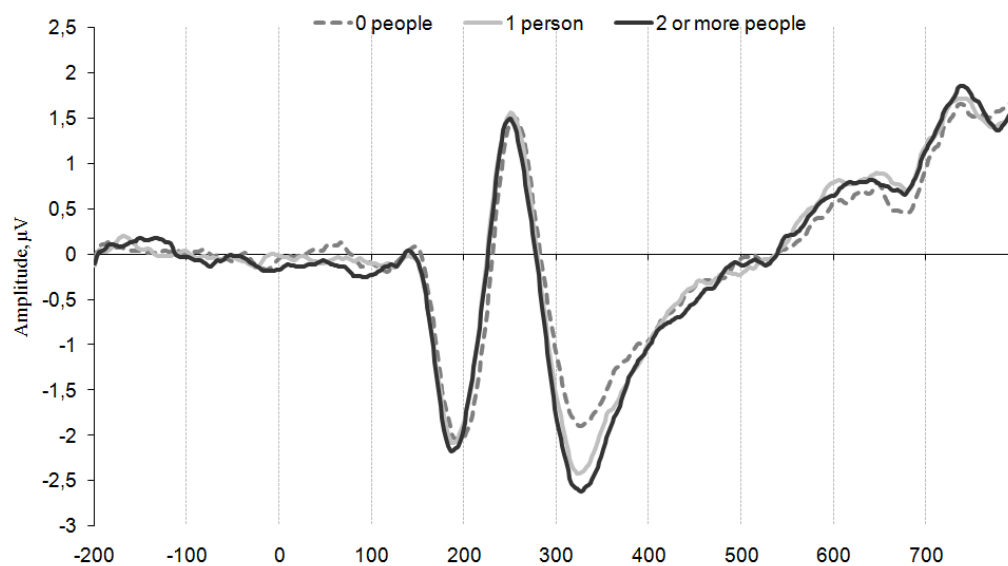


Figure 19. Grand average of ERPs at anterior sites depending on social content of background pictures.

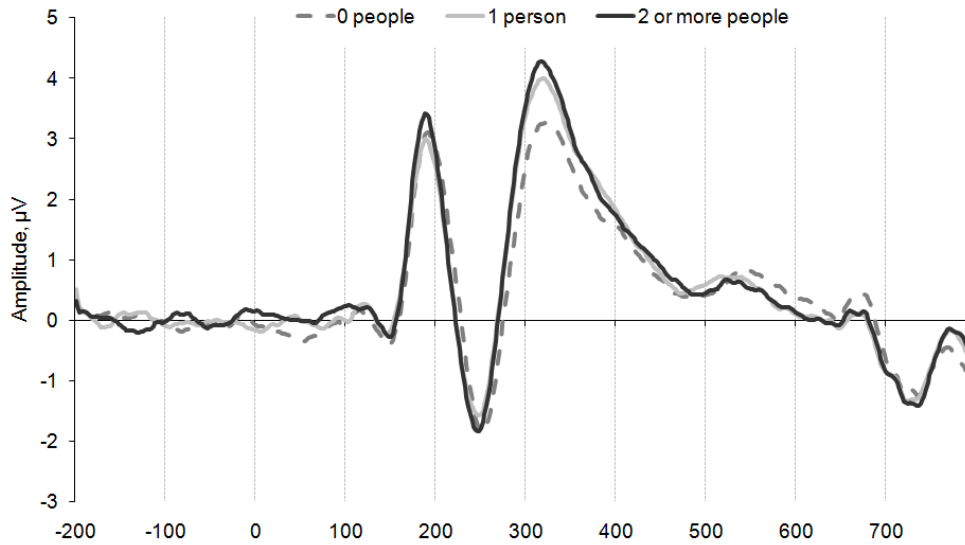


Figure 20. Grand average of ERPs at posterior sites depending on social content of background pictures.

N1a (anterior sites: 150 – 224 ms)

We found a main effect of Social content on N1a latency, $F(2,46) = 15.62$, $p = .001$, $\eta^2 = .40$ (see Figure 21). Pictures with one person and with two or more people provoked a shorter N1a latency than pictures without people ($p = .003$).

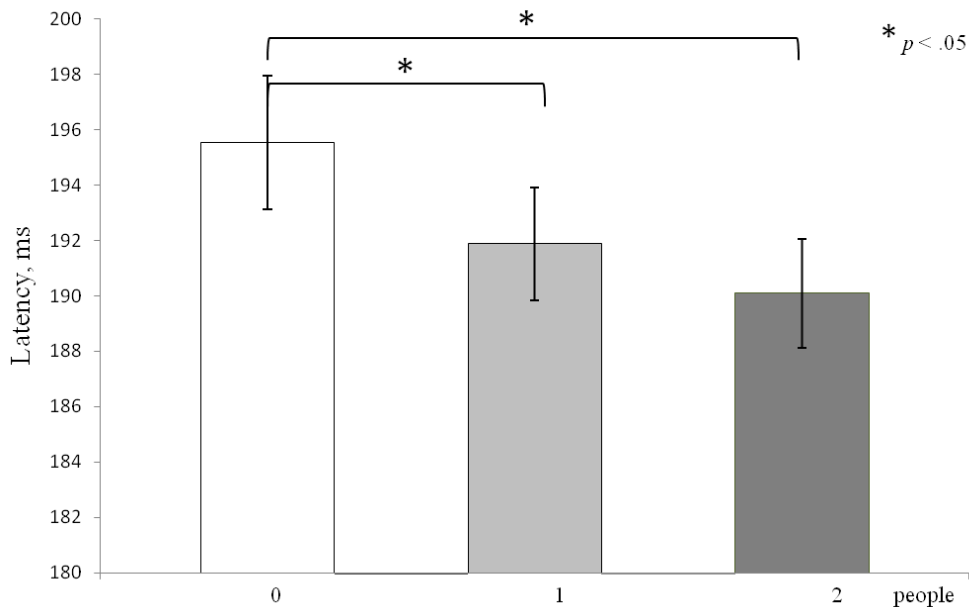


Figure 21. The N1a latency depending on social content of background pictures.

P2a (anterior sites: 224 – 276 ms)

We found an interaction Emotional content \times Social content on P2a amplitude, $F(2,46) = 5.51$, $p = .001$, $\eta^2 = .19$. Neutral pictures with one person provoked a more positive P2a amplitude than neutral pictures with two people, $p = .002$. Pleasant pictures with two people provoked a more positive P2a amplitude than pleasant pictures with one person, $p = .024$.

We also found a main effect of Emotional content on P2a latency, $F(2,46) = 4.04$, $p = .024$, $\eta^2 = .15$ (see Figure 22). Unpleasant pictures provoked a shorter P2a latency than pleasant pictures, ($p = .026$).

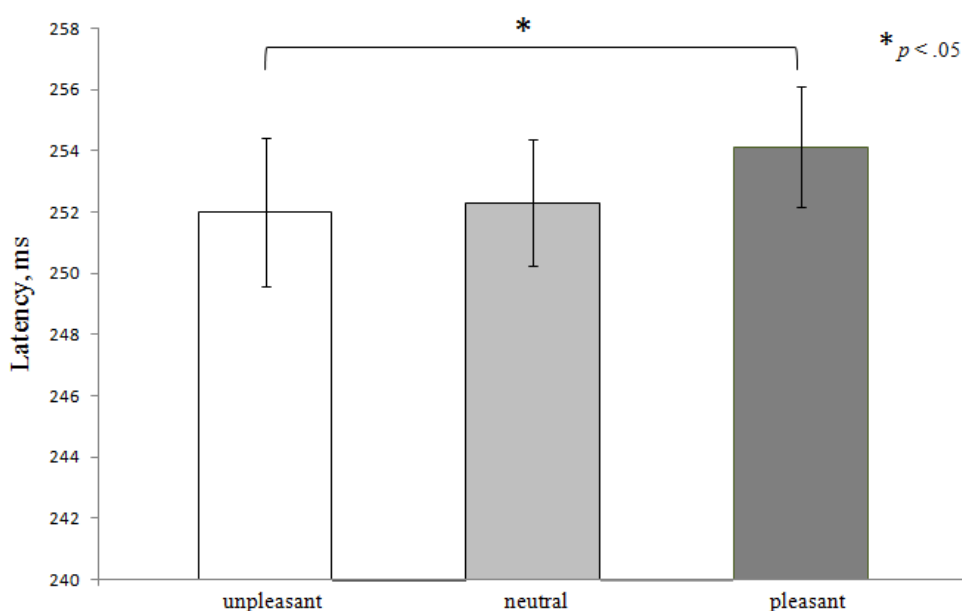


Figure 22. The P2a latency depending on emotional content of background pictures.

We found a main effect of Social content on P2a latency, $F(2,46) = 17.90$, $p = .001$, $\eta^2 = .44$ (see Figure 23). Pictures with one person and with two people provoked a shorter P2a latency than pictures without people, $p = .001$.

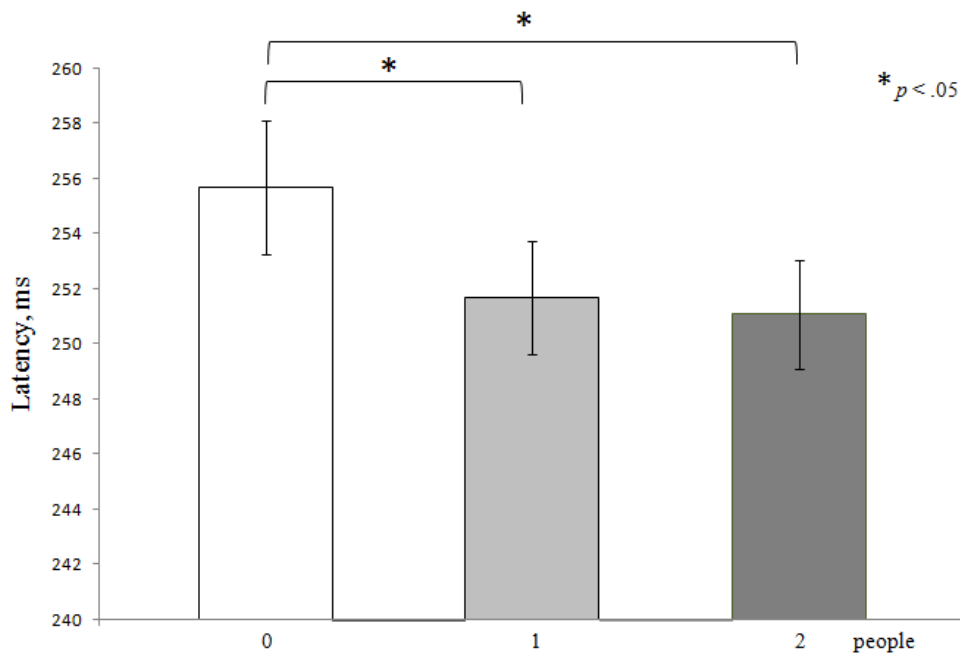


Figure 23. The P2a latency depending on social content of background pictures.

We also found an interaction Emotional content \times Social content on P2a latency $F(2,46) = 5.65$ $p = .001$ $\eta^2 = .20$. Within neutral and pleasant pictures, pictures with one person and with two or more people provoked a shorter Pa latency than pictures without people ($ps < .011$).

N2a (anterior sites: 276 – 360 ms)

We found a main effect Social content on N2a amplitude, $F(2,46) = 14.32$, $p = .001$, $\eta^2 = .38$ (see Figure 24). Pictures with one person and with two or more people provoked more negative N2a amplitude than pictures without people $ps < .011$. In addition, pictures with two or more people provoked more negative N2a amplitude than pictures with one person (marginal effect, $p = .055$).

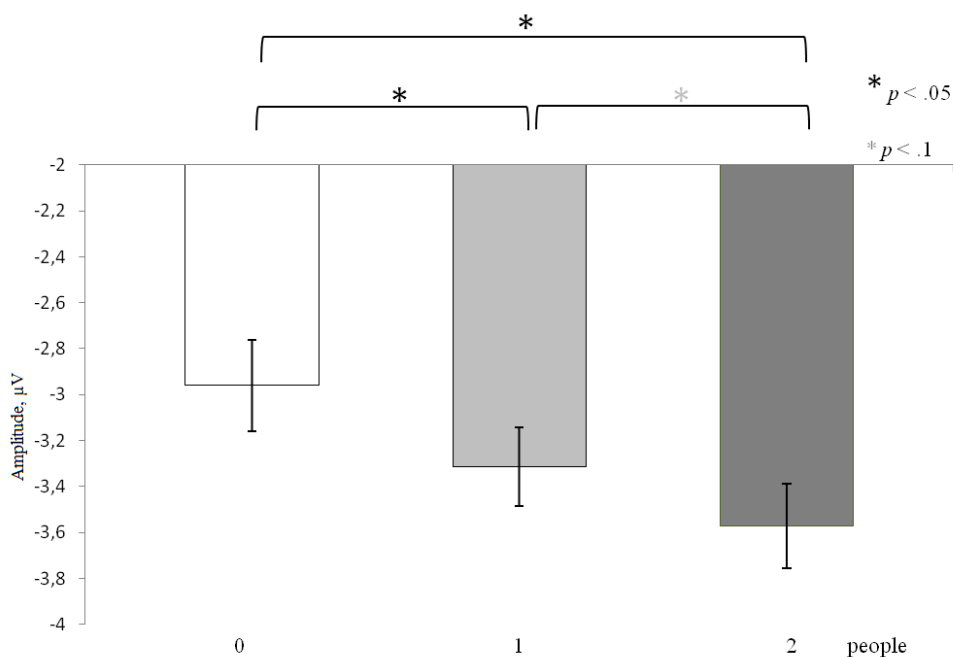


Figure 24. The N2a amplitude depending on social content of background pictures.

We also found an interaction Emotional content \times Social content on N2a amplitude, $F(2,46) = 5.95$, $p = .001$, $\eta^2 = .21$. Within unpleasant and neutral pictures, those depicting two or more people provoked more negative N2a amplitude than pictures without people or with one person ($ps < .007$). Within pleasant pictures, pictures with one person and with two or more people provoked more negative N2a amplitude than pictures without people ($ps < .011$).

Finally, we found a main effect of Emotional content on N2a latency, $F(2,46) = 64.27$, $p = .004$, $\eta^2 = .21$ (see Figure 25). Unpleasant pictures provoked a shorter N2a latency than neutral pictures ($p = .013$), and a marginally shorter N2a latency than pleasant pictures ($p = .054$).

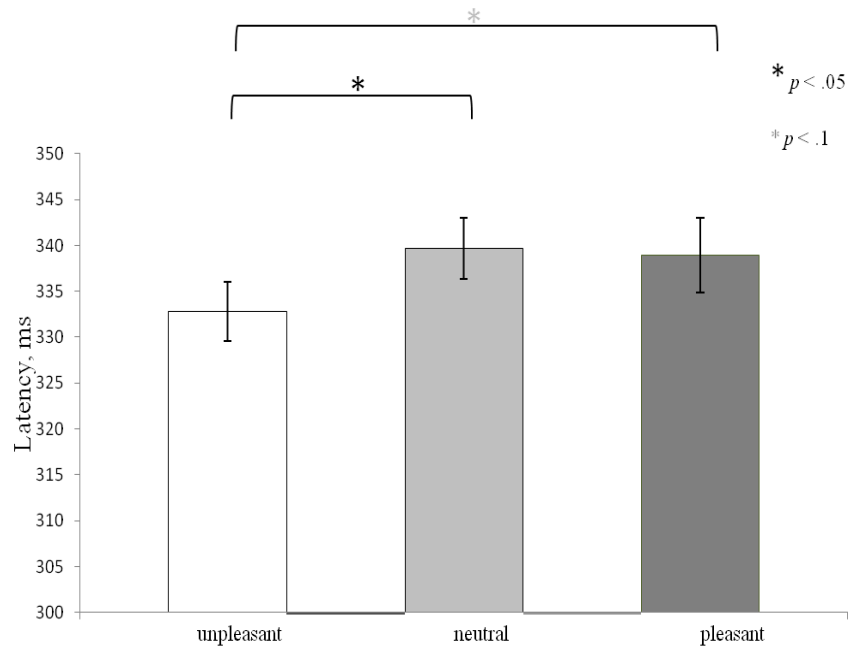


Figure 25. The N2a latency depending on emotional content of background pictures.

We also found a main effect of Social content on N2a latency, $F(2,46) = 3.98$, $p = .026$, $\eta^2 = .15$ (see Figure 26). Pictures depicting two or more people provoked a shorter N2a latency than pictures without people ($p = .021$).

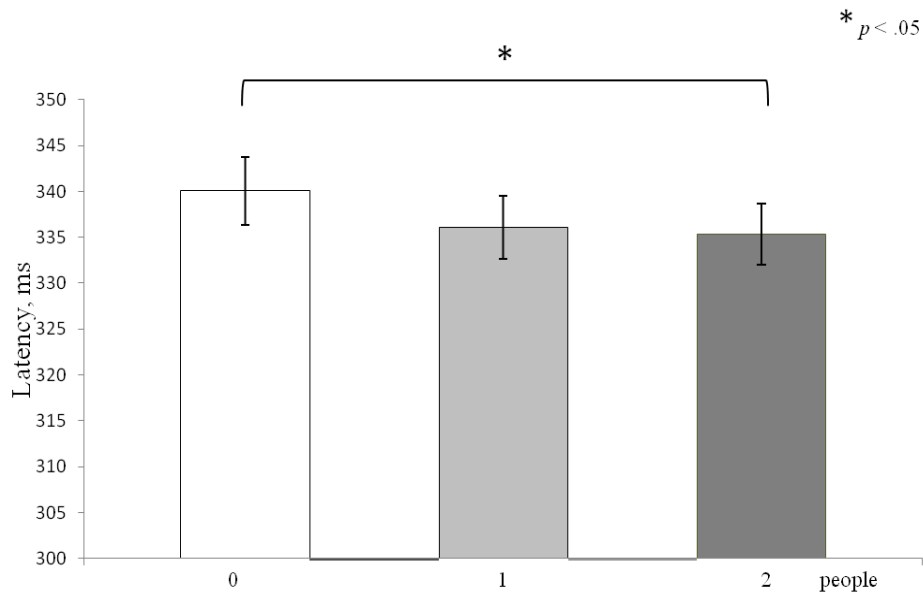


Figure 26. The N2a latency depending on social content of background pictures.

P2p (posterior sites: 150 – 224 ms)

We found a main effect of Social content on P2p latency, $F(2,46) = 3.27$, $p = .047$, $\eta^2 = .12$ (see Figure 27). Pictures with two people provoked a marginally shorter P2p latency than pictures without people ($p = .053$).

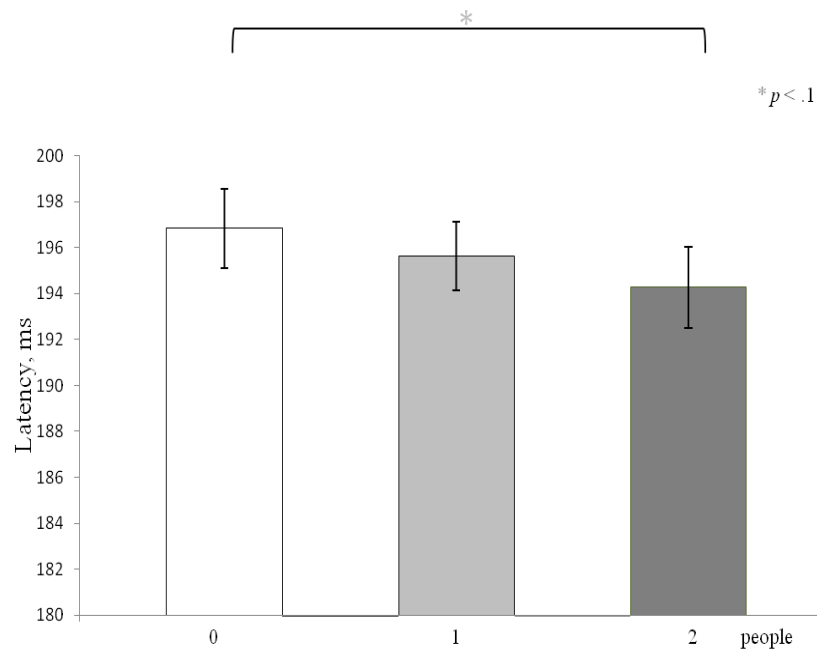


Figure 27. The P2p latency depending on social content of background pictures.

N2p (posterior sites: 224 – 276 ms)

We found a main effect Social content on N2p latency, $F(2,46) = 9.01$, $p = .001$, $\eta^2 = .28$ (see Figure 28). Pictures with one person and with two or more people provoked a shorter N2p latency than pictures without people ($ps < .020$).

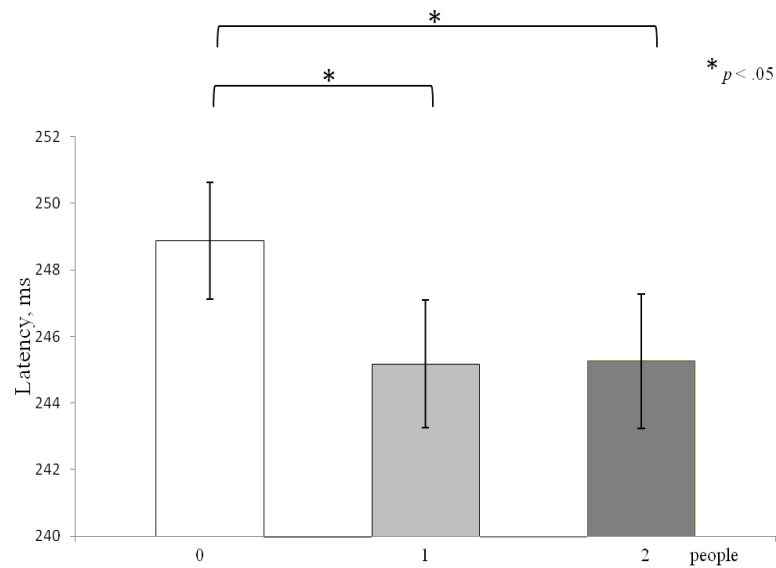


Figure 28. The N2p latency depending on social content of background pictures.

We also found an interaction Emotional content \times Social content on N2p latency, $F(2,46) = 2.67$, $p = .037$, $\eta^2 = .10$. Neutral pictures with one person and with two or more people provoked a shorter N2p latency than neutral pictures without people ($ps < .027$). Pleasant pictures with two or more people also provoked a shorter N2p latency than pleasant pictures without people, $p = .035$.

P3p (posterior sites: 276 – 450 ms)

We found a main effect of Social content on P3p amplitude, $F(2,46) = 12.23$, $p = .001$, $\eta^2 = .35$ (see Figure 29). Pictures with one person and with two or more people provoked more positive P3p amplitude than pictures without people ($ps < .015$).

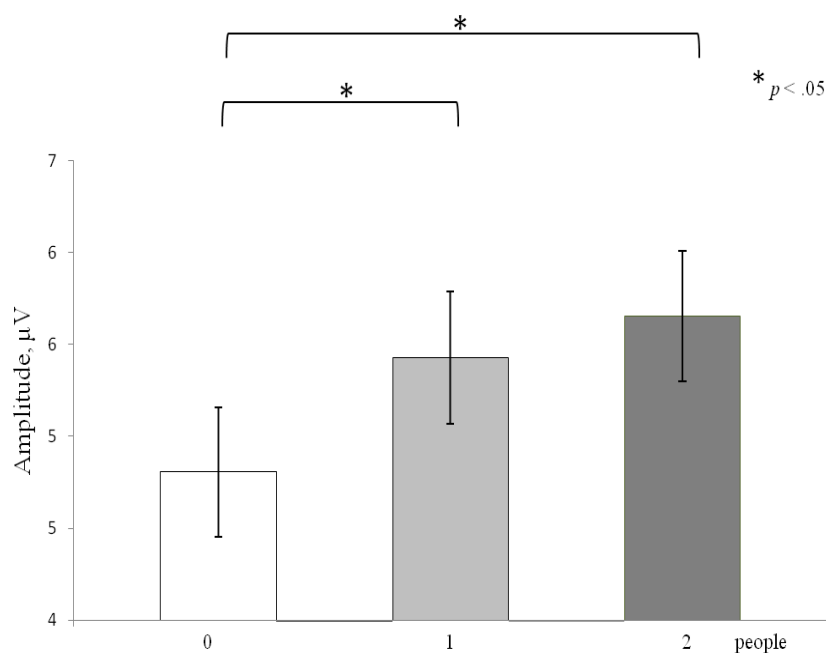


Figure 29. The P3p amplitude depending on social content of background pictures.

We also found an interaction Emotional content \times Social content on P3p amplitude, $F(2,46) = 6.40$, $p = .002$, $\eta^2 = .22$. Within unpleasant and neutral pictures, those with two or more people provoked larger P3p amplitudes than pictures with one person or without people ($ps < .049$). Within pleasant pictures, those with one person provoked larger P3p amplitudes than pictures without people or pictures with two or more people ($ps < .005$).

5.3.4. Discussion

The aim of this study was to check the effects of the emotional and social properties of the background pictures on the attentional processing in a simple categorisation task. For this purpose, we studied the latency and amplitude of several ERPs.

Our results revealed that participants worked faster when background pictures displayed two or more people. The difference between reaction times in response to trials with two or more people and trials with one person and without people may be a result of the social facilitation effect that consists in that the presence of other

people improves the performance of an action. According to Zajonc (1965), this effect occurs because the presence of others may increase physiological arousal that correlates with task performance (Yerkes & Dodson, 1908). In this line, using EEG, Mersebak (2013) found that viewing unpleasant pictures in the presence of another person decreased the α -power, an index related to enhanced attention. Contrary to our hypothesis, we did not find any effect of emotional content on behavioural measures. This is not surprising since this effect is only found in 66% of studies, according to a review by Carretié (2014).

Several components of the ERP were influenced by the emotional and social content of background pictures. The most prominent effect was that social content influenced the latencies almost in all components (N1a, P2a, P2p, N2a, and N2p). In all cases, pictures with more people provoked shorter latencies, that is, a faster electrophysiological response. Since these components reflect early stimuli discrimination, response selection and attentional capture, we can assume that social stimuli are of special importance for humans, and they should be processed and responded rapidly.

Social content also influenced P3 amplitude at posterior sites, where it is typically observed (Johnson, 1993). Pictures with two or more people evoked greater P3 amplitude than pictures with one person, and pictures with one person evoked greater P3 amplitude than pictures without people. P3 amplitude reflects the amount of attentional resources and cognitive demands (Polich, 2007). Therefore, pictures with more social content seem to require increased attentional resources or a deeper processing. In summary, social content provokes faster behavioural reactions and faster ERPs related to early and late stages of stimuli processing. Social content demand greater resource allocation as indicated by larger P3 amplitudes. This effect is modulated, in addition, by affective content. Interestingly, while unpleasant and neutral pictures depicting two or more people provoked greater P3 amplitudes, pleasant pictures with one person provoked greater P3 amplitudes than both pictures with two or more people and pictures without people. This effect cannot be explained

by valence or arousal, because the subjective evaluation of the pictures showed that those variables did not differ between pictures with one person and two or more people. To interpret better this finding more investigation is needed, for example, only upon pleasant pictures of different plots (such as food, nature, erotica, families).

The emotional content only influenced the latency of P2 and N2 at anterior sites: unpleasant pictures provoked a shorter latency than pleasant pictures. ERP components within the 200-300 ms latency range are related to early discrimination of stimuli and response selection (Di Russo, Taddei, Apnile, & Spinelli, 2006). In other words, they reflect attentional capture by emotional stimuli (Kanske, Plitschka, & Kotz, 2011). The shorter latency of these early components would reflect the special relevance of unpleasant stimuli. This can be explained by a process of “natural selective attention” which reflects motivational systems of avoidance and approach (Schupp et al., 2006) that facilitated sensory encoding of affective stimuli (Amrhein et al., 2004). Our data are, in part, in line with the study of Carretié et al. (2001), where unpleasant pictures provoked greater P2 amplitude than pleasant pictures; in our study, however, we observed an effect of latency, but not amplitude. These differences may be related to differences in the experimental task, since in their study participants were asked to compare a “frequent” picture with a novel and upset picture that required full attention, whereas we used a digit categorisation task.

Our data also reveal that the effects of social stimuli are reflected in shorter reaction times in trials with pictures depicting greater social content, shorter latencies of early ERP components and larger amplitudes of later ERP components. The effect of social content on latency and amplitude of the ERP cannot be explained by the affective valence or arousal of the pictures. As the subjective evaluation data showed, the affective valence of pictures without people did not differ from those with one and two or more people, but these picture categories provoked different ERP components. Similarly, subjective arousal did not differ between pictures with one and two or more people, but the EEG activity was also different. These allow us to think that ERPs and reaction time differences found were caused by social content,

and not by the affective valence or arousal of the pictures.

To conclude, we observed a faster performance and shorter latencies and larger amplitudes of ERPs in response to social pictures. The presence of people in pictures seems to increase the arousal level and the attentional resources to faster perform a task. Our results give also support to the idea that social stimuli are of a great evolutionary importance, and that a rapid and adequate response was necessary for our ancestors in social communication and provided a better knowledge of the world, rescue from predators and successful access to food or sexual partners.

Finally, our data are in accordance with the studies by Gardner and Knowles (2008) and Philipp, Storrs, and Vanman (2012). These studies demonstrate that social facilitation effect can be observed without real people, but only with people in pictures or virtual reality environment. This allows investigators to use pictures, videos, virtual reality tools, and, perhaps, even audio tracks in future research upon social facilitation.

5.4. Experiment 4: Spread and speed of head motion during passive observation of social affective pictures

5.4.1. Introduction

The response to emotional stimuli is composed of neural, behavioural, subjective, and physiological reactions. Motor reactions are part of those components and might also be appropriate to further explore the effects of affective stimuli on human behaviour.

Several theoretical approaches have emphasised the relevance of motor reactions in emotions, from the classical theory of James (1884) and fight-or-flight reactions (Cannon, 1929; Selye, 1936) to more recent frameworks (Leventhal, 1984; Prinz, 2004). In this line and according to the biphasic theory of emotion proposed by Lang and co-workers (Lang, 2000), emotions are based around two dimensions: affective valence (or pleasantness) and arousal (or activation). In other words, emotions may be pleasant or unpleasant, and, simultaneously, weak or strong. Both pleasant and unpleasant emotions are considered as predispositions to act in order to approach an object or withdraw from it. This framework offers a starting point to study body movements as markers of emotional activation or predisposition to act.

Up to date few studies on emotion have been conducted employing kinematic methods, and their data are not always consistent. Posturographical studies by Azevedo et al. (2005) and Facchinetti et al. (2006) have shown that unpleasant pictures provoke a lesser spread in medial-lateral direction that they called “freezing-like posture”. Stins and Beek (2007) also found an effect of emotion on the centre of

pressure on a force platform, such that pictures of mutilation provoked a smaller sway path, but only in unipedal stance. More recently, Eerland, Guadalupe, Franken, and Zwaan (2012) demonstrated that participants staying on a force platform approached pleasant pictures (unconsciously inclined forward) in a passive viewing condition, whereas they avoided unpleasant pictures (unconsciously inclined backwards) in another condition that required performing lateral movements.

These results of kinematics applied to the study of emotional reactions have led us to consider the motion analysis of the head as a promising method to study the impact of affective pictures. The motion analysis is a widely recognised and reliable method of measuring changes of object location in time (McGinley, Baker, Wolfe, & Morris, 2009). It consists in registering the disposition of a point of the body in two or three dimensions. The points of interest can be registered by a special video camera that recognises transmitters (infrared or light-emitting diodes) located on the region of interest. We recorded head motion, because it was the optimal way to measure inclinations of the body in anterior-posterior and medial-lateral directions.

The first aim of the present study was to investigate the effects that the perception of emotional stimuli exerts on head motion. The second aim of this study was to test if social content of affective stimuli had an effect on head motion. Humans are social beings and their life substantially on social interaction throughout their lifespan. Hence, one of the main functions of the human brain would be the ability to identify social cues and to adequately react to them with a variety of behavioural and physiological responses. Frequently social stimuli have a great emotional load and therefore influence emotional reactions (Scherer & Tannenbaum, 1986).

In this line, brain imaging studies have identified cerebral areas where emotional and social brain systems are interconnected: posterior fusiform gyrus (Geday, Gjedde, Boldsen, & Kupers, 2003), dorsomedial prefrontal cortex (Iacoboni, 2004; Frewen, 2011; Sakaki, Niki, & Mather, 2012), amygdala, superior temporal sulcus (Norris, Chen, Zhu, Small, & Cacioppo, 2004) and left inferior frontal gyrus (Silvers, 2013). In addition, several psychophysiological studies have found an effect

of social content on affective reactions. For example, Hess et al. (2007) showed that the startle blink reflex modulation was influenced by the social content of facial expressions. And Britton et al. (2006b) have found that skin conductance responses and heart rate varied depending on the social content of the affective stimuli. To our knowledge, there is only one kinematic study that has employed social stimuli (Facchinetti et al., 2006). Authors found a lesser spread of the centre of pressure in the anterior-posterior direction in the case of pleasant social pictures (photos of babies and happy families). This result can be interpreted as a marker of predisposition to reduce the tension in prosocial behaviour.

On the basis of the biphasic theory of emotion (Lang, 2000) we proposed that unpleasant and pleasant pictures would provoke greater spread and greater speed of head motion that would be a marker of arousal or predisposition to act. In addition, following the work of Facchinetti et al. (2006) we thought that pleasant social pictures would provoke a lesser spread and a lesser speed of head motion that would also refer to the idea of Porges (2003) that pleasant social situations provoke in different animals the state of safety and low activation.

5.4.2. Methods

Participants

A sample of 54 student volunteers (38 females) from the University of Murcia (*mean age* = 22.3; *SD* = 6.4) participated in the study. All subjects gave informed consent and received course credits for participation in the experiment. All procedures were conducted in accordance with the Declaration of Helsinki.

Materials and design

In order to select a suitable set of pictures, in a preliminary phase before the experiment (see Experiment 1) we asked another sample of 161 participants to rate 200 pictures in affective valence, arousal and social interaction. For each dimension,

we used a 9-point rating scale, with 9 representing a high rating (i.e., high pleasure, high arousal, and high social interaction), and 1 representing a low rating (e.g., highly unpleasant, low arousal, and no social interaction). From those data, we chose 113 pictures⁷. Pictures were selected so as to comprise 9 categories varying in emotional content (unpleasant, neutral and pleasant) and social content (0 people, 1 person, and 2 or more interacting people). There were no significant differences in affective valence within each emotional content category. Neither were there significant differences in arousal between the six pleasant and unpleasant categories and between the three neutral categories (all $ps > .05$).

Each category contained 12 pictures. Different sets of pictures of the “pleasant with one person” category were prepared for men and women: each contained seven pictures common to both male and female participants, while the other five pictures included opposite-sex erotica. Pictures were arranged in blocks, with each block containing all 12 pictures of the same category. Each picture was presented for 3 s, and, therefore, each block lasted 36 s. There was no interval between pictures within blocks. The interval between blocks was 20 s. We prepared three orders of quasi-randomised sequences of blocks, in such a way that two blocks of the same emotional or social content were not allowed. The pictures were presented on a 19-inch

⁷ The pictures used in the study were the following:

Unpleasant without people: 1525, 7380, 9300, 9570, 9600, 9911 (from the IAPS), 0223, 0284, 0320, 0326, 0391, and 0581 (from EmoMadrid).

Unpleasant with one person: 3062, 3100, 3150, 6200, 6210, 6260, 6370, 9120, 9160 (from the IAPS), and 0327, 0376, 0586 (from EmoMadrid).

Unpleasant with two or more people: 3280, 3530, 6315, 6415, 6530, 6821, 6834, 9050, 9423, 9452, 9920, and 9925 (from the IAPS).

Neutral without people: 5510, 5535, 7000, 7002, 7025, 7034, 7035, 7036, 7055, 7056, 7059, and 7161; (from the IAPS).

Neutral with one person: 2038, 2102, 2190, 2214, 2480, 2499, 2512, 2514, 2745.1, 2840, 2870, and 9070 (from the IAPS).

Neutral with two or more people: 2393, 2396, 2850 (from the IAPS) and 9 pictures from the Internet pictures from the Internet, as in the mentioned databases there were not enough pictures of this type.

Pleasant without people: 5260, 5480, 7501, 8500, 8501, and 8502 (from the IAPS), 0129, 0218, 0260, 0269, 0379, and 0437 (from the EmoMadrid).

Pleasant with one person: 2030, 4531, 4150, 4532, 4235, 4538, 4250, 4561, 4255, 4572, 5626, 5628, 5629, 8021, 8179, 8186, and 8200 (from the IAPS).

Pleasant with two or more people: 2216, 2346, 4608, 4609, 4645, 4676, 4689, 5621, 7502 (from the IAPS), and 0397, 0399, and 0435 (from the EmoMadrid).

computer screen.

Procedure

The participants stood in the experimental chamber in front of a computer screen at the distance of 120 cm in a strict upright position. There were two spots on the floor for feet location. Participants were instructed to view the pictures and they were required to stay still. Two light-emitting diodes (LEDs) on a rubber band were attached on their forehead. A Wii Remote controller (Nintendo, Japan) was positioned 25 cm above the LEDs. Sensors were removed after the recording, and then participants viewed again the pictures sitting in an armchair in a free viewing time setting and were required to rate affective valence, arousal and social interaction of the pictures using 3 computerised scales ranging from 1 (unpleasant, low arousal, low social interaction) to 9 (pleasant, high arousal, high social interaction).

Data collection and reduction

We applied a technique proposed first in a study by Abellán, Arenas, Núñez, and Victoria (2013). A Wii Remote controller was used to measure body movements. By means of an infrared receiver, positioned at 25 cm from a LED, it detected the position of the LED in medial-lateral and anterior-posterior axes in the square of 13.9×9.6 cm with a spatial resolution of 0.2 mm in each axis. The data were sampled at 100 Hz, that is, we captured the position of the LED every 10 ms. Another LED blinked at the beginning of each block of pictures so that we could distinguish the beginning and the end of each block. The computer programmes that presented the stimuli and registered the data were especially written for this experiment.

We used two ways of calculation of body movements typically used in posturography: the spread in medial-lateral and anterior-posterior axes and the speed of body movements (Kirchner, 2013). The spread was measured as follows:

$$Q_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}{N-1}}, \text{ mm}$$

$$Q_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (Y_i - \bar{Y})^2}{N-1}}, \text{ mm}$$

where X_i and Y_i are coordinates at a moment, \bar{X} and \bar{Y} are means of the position in each axis, and N is the number of points

The formula for the speed was the following:

$$V = \frac{L}{T}, \text{ mm/s}^2, \text{ where}$$

$$L = \sum_{i=1}^{N-1} \sqrt{(X_{i+1} - X_i)^2 + (Y_{i+1} - Y_i)^2} \text{ mm/s}^2,$$

where X_i and Y_i are coordinates at a moment, N is the number of points, and T is the duration of a fragment.

Data analysis

All the statistical analyses were performed with the PASW19 statistical package (IBM, USA). Each dependent variable was analysed by a model of repeated measures (ANOVA), 3 (Emotional content: unpleasant, neutral, and pleasant) \times 3 (Social content: without people, one person, and two or more people), with Emotional content and Social content as within-subjects factors. When appropriate, we used Huynh-Feldt adjustment to the degrees of freedom to correct any potential inflation of the reported probability values. For the main statistical tests we obtained a measure of the effect size, partial eta-squared (η^2). Paired comparisons were performed with a Bonferroni correction (Keselman, 1998). The level of significance was .05.

5.4.3. Results

Subjective evaluation

The 3×3 (Emotional content \times Social content) ANOVA revealed several significant main effects and interactions ($ps < .050$). Subjects rated pleasant pictures with the highest affective valence than neutral and unpleasant pictures; in turn, neutral pictures were rated with higher affective valence than unpleasant pictures. Unpleasant and pleasant pictures were rated with higher arousal ratings than neutral pictures. Pictures depicting two or more people were rated with higher social interaction values than pictures displaying one person and without people. These data allowed us to believe that participants perceived the emotional and social load of pictures as expected from them. We also found several interactions whose results of pairwise comparisons are presented in Table 7.

Table 7. Descriptive Statistics of the Subjective Evaluation of the Pictures.

Picture categories	<u>Affective valence (1-9)</u>		<u>Arousal (1-9)</u>		<u>Social interaction (1-9)</u>	
	<i>Mean</i>	<i>SD</i>	<i>Mean</i>	<i>SD</i>	<i>Mean</i>	<i>SD</i>
Unpleasant, total	2.6 ^a	0.8	6.3 ^d	1.5	2.9 ^k	1.1
0 people	2.7	0.8	6.2	1.5	1.6 ^o	0.9
1 person	2.6	0.7	6.3	1.5	1.8 ⁿ	1.4
2 or more people	2.5	0.9	6.3	1.5	5.3 ^{n,o}	1.5
Neutral, total	5.2 ^a	0.3	3.1 ^{d,e}	1.4	2.8 ^j	1.0
0 people	5.0	0.3	2.3 ^{h,i}	1.4	1.3 ^m	0.7
1 person	5.4	0.5	3.6 ^h	1.5	2.0 ^m	1.5
2 or more people	5.3	0.4	3.2 ⁱ	1.6	5.3 ^m	1.4
Pleasant, total	7.0 ^a	0.8	5.9 ^e	1.2	3.6 ^{i,k}	1.3
0 people	6.7 ^{b,c}	0.9	5.7 ^{f,g}	1.5	1.9 ^l	1.6
1 person	7.1 ^b	0.9	6.4 ^f	1.3	2.2 ^l	1.7
2 or more people	7.2 ^c	0.9	6.5 ^g	1.3	6.8 ^l	1.3

Superscripts mean the there were significant differences between indicated values.

Head motion

We found an Emotional content \times Social content significant interaction on the spread of the head motion in the medial-lateral direction, $F(4, 208) = 2.6, p = .045, \eta^2 = .05$. During observation of pleasant pictures without people the spread was significantly larger than during observation of pleasant pictures with two or more

people ($p = .039$, see Figure 30), and marginally greater than during observation of pleasant pictures with one person ($p = .065$).

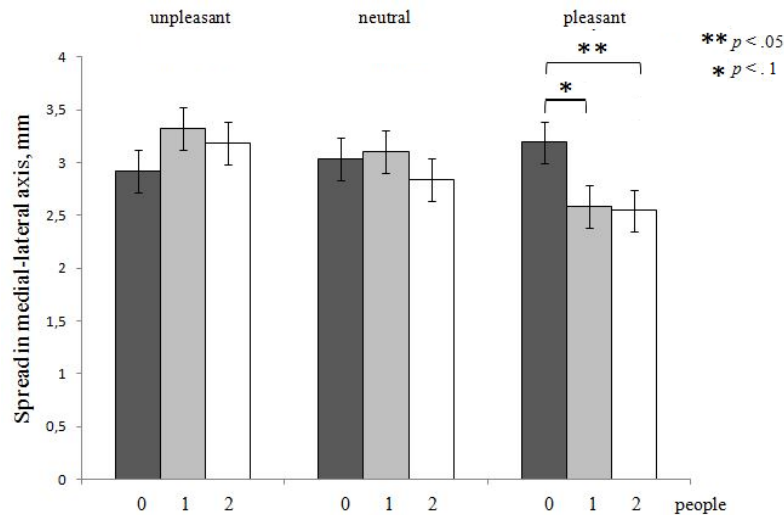


Figure 30. The spread of the head motion in medial-lateral axis depending on emotional and social content of pictures

We also found a main effect of Emotional content on the speed of the head motion, $F(2, 104) = 4.6$, $p = .012$, $\eta^2 = .08$ (see Figure 31). Paired comparisons revealed that unpleasant pictures provoked faster movements than neutral pictures ($p = .031$) and pleasant pictures ($p = .046$).

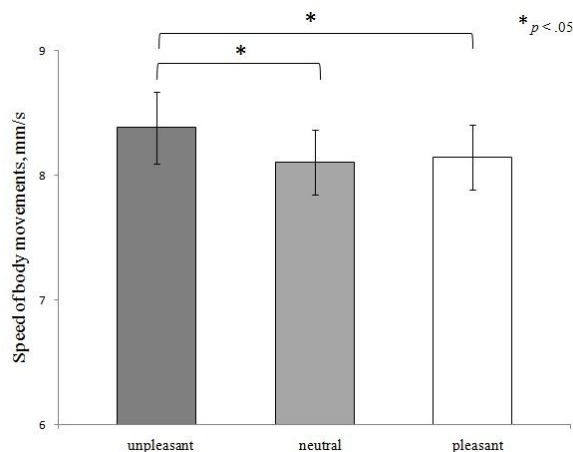


Figure 31. The speed of the head motion depending on emotional content of pictures

5.4.4. Discussion

The aim of our study was to check the effects of the emotional and social properties of affective pictures on head motion during passive observation and maintenance of the strict upright posture. We observed some emotional and social effects on head kinematics.

A social content effect appeared since pleasant pictures with one person and with two or more people provoked a lesser spread in the medial-lateral direction. These data are in accordance with the results obtained by Facchinetti et al. (2006) who found a lesser spread of the centre of pressure (in anterior-posterior direction) in the case of pleasant social pictures (photos of babies and happy families). They described this phenomenon as “immobility-without-fear reaction” that reflects detection of safety cues in pro-social activities of mammals. Accordingly, our data also reveal lesser motor reactivity to pleasant pictures depicting one person or two or more people, which might reflect the relaxation and feelings of safety related to a positive social environment.

The speed of the head motion was influenced by the affective valence of pictures. Unpleasant pictures provoked faster movements than both neutral and pleasant pictures. To our knowledge, no posturographical or kinematic study has employed to date the speed of motion to investigate the impact of affective pictures and, therefore, we have not any previous data to establish a comparison with our results. We hypothesize, therefore, that this increased speed in response to unpleasant pictures might reflect the readiness or predisposition to act, that is, this faster activity may be related to a preparation for a fight-or-flight reaction that is usually accompanied by a general discharge of the sympathetic nervous system leading to the liberation of different hormones (such as adrenaline and cortisol) which stimulate a broad spectrum of viscera and the motor system (Cannon, 1929; Goldberger & Breznitz, 1993). The sympathetic activity and hormonal secretion facilitate energy mobilization and a state of readiness to react with a motor activity. On the other hand,

pleasant stimuli do not require an urgent response, and they may serve as a cue to pursue a goal or to further explore the environment. This phenomenon, named “negativity bias”, has received a wide support among psychologists (Cacioppo & Berntson, 1994).

We did not find any effect of emotional content on the spread of the head motion, in contrast to the study of Azevedo et al. (2005) and Facchinetti et al. (2006), where unpleasant pictures provoked a lesser spread in medial-lateral direction. This lower motor reactivity has been proposed to be similar to both the so-called “freezing-like posture” usually displayed in the presence of a predator (Blanchard, Flannelly, & Blanchard, 1986), or the reaction of “fear of falling from the height” (Carpenter, Frank, & Silcher, 1999). However, it is necessary to take into account that in the the study of Azevedo et al. only pictures depicting mutilations were used as unpleasant pictures, and it could be expected a special reaction to mutilation pictures. In our study we employed a broad spectrum of unpleasant pictures (mutilation, crying baby, drug addict, guerilla, skin disease), which could provoke different reactions and, therefore, a specific defensive posture was not expected.

Overall, the method employed in our study, head motion analysis during passive observation, has resulted to be effective to study emotional reactions. We revealed a lesser motion in response to pleasant social pictures and a faster movement to unpleasant pictures. These data are partially in line with the previous studies concerning the dimensional theory of emotion (Lang, 2000). Nevertheless, further studies are needed in order to reveal the influence of specific affective stimuli or conditions (e.g., anger, disgust or happiness) on motor behavior.

6. Conclusiones

6.1. Conclusiones (en español)

1. El contenido social de las imágenes influye en la evaluación subjetiva de su valencia afectiva y activación. La influencia del contenido social es más marcada en el caso de escenas agradables, de manera que éstas tienden a ser valoradas como poseedoras de mayor interacción social. Además, conforme aumenta la percepción del contenido social de una imagen agradable, más agradable y activadora resulta.

2. Cuanto mayor es el número de personas en una escena, mayor es la activación subjetiva que provoca. El contenido social requiere, además, más recursos para ser procesado, como demuestra el aumento de la amplitud de la actividad electrodérmica y de los componentes N2a y P3 de los potenciales evocados electroencefalográficos. Este dato parece reflejar una mayor complejidad de los estímulos sociales o un mayor interés hacia ellos.

3. Cuando las escenas son desagradables, la presencia de una persona sola provoca un aumento de la actividad del músculo corrugador superciliar y de la actividad electrodérmica. Esto refleja, al menos, la importancia de la expresión facial en la comunicación “uno a uno”.

4. No se ha observado un efecto del contenido social en la modulación del reflejo de parpadeo de sobresalto.

5. Los participantes responden más rápido en una tarea atencional visomotora en ensayos en los que los estímulos distractores se componen de imágenes que representan dos o más personas. A nivel cerebral, este efecto se manifiesta en latencias más cortas de los componentes N1a, P2a, P2p, N2a y N2p de los potenciales evocados electroencefalográficos. La mejora en el resultado conductual puede deberse al fenómeno de “facilitación social” por el que un entorno social aumenta el nivel de activación que, a su vez, facilita la realización de la tarea.

6. Durante la observación de las imágenes agradables, el contenido social provoca un menor cambio postural, en concreto una menor dispersión del movimiento de la cabeza. Este resultado permite afirmar que la presencia de otras personas actúa como una señal de seguridad. Esto puede significar que un ambiente social agradable parece favorecer la relajación y la sensación de seguridad.

7. En general, podemos concluir que el contenido social de los estímulos afectivos provoca un conjunto de reacciones que afectan a la reactividad fisiológica, al procesamiento atencional y sus correlatos electrofisiológicos, así como a la respuesta postural que provocan y a la valoración emocional que las personas realizan de tales estímulos.

6.2. Conclusions (in English)

1. Social content of pictures influences the viewer's subjective evaluation of their affective valence and arousal. The influence of social content is more marked in the case of pleasant scenes: they are evaluated with greater social interaction. Moreover, when a pleasant picture is perceived as having more social interaction, the more pleasant and arousing it is.

2. The larger the number of people in a scene, the higher arousal it provokes. Moreover, social content requires more resources for processing as shown by the increase in the amplitude of the electrodermal activity and in the N2a and P3 components of evoked potentials of the electroencephalogram. This finding seems to reflect a greater complexity of social stimuli or a great interest in them.

3. When the scenes are unpleasant, the presence of only one person provokes an increase of the corrugator supercilii activity and electrodermal activity. It reflects, at least, the importance of facial expression in "one-to-one" communication.

4. An effect of social content on the modulation of the startle eyeblink reflex was not observed.

5. Participants reacted faster in the visuomotor attentional task in the trials with pictures depicting two or more people as distracters. This effect manifested itself in shorter latencies of the N1a, P2a, P2p, N2a y N2p components of the evoked potentials. The observed improvement in the task performance may be due to the "social facilitation" phenomenon, which happens when the social environment increases the arousal level that in turn facilitates the performance of the task.

6. During the observation of pleasant pictures, social content provoked a lesser spread of head motion. This result permits us to suppose that the presence of other people functions as a sign of safety. This may mean that a positive social environment might lead to relaxation and feelings of safety.

7. In general, social content influences the physiological and behavioural reactions to affective stimuli depending on several variables and the systems under study.

7. Referencias bibliográficas

- Abellán, F. J., Arenas, A., Núñez, M. J., & Victoria, L. (2013). The use of a Nintendo Wii remote control in physics experiments. *European Journal of Physics*, *34*, 1277. doi:10.1088/0143-0807/34/5/1277
- Adolphs, R. (2009). The social brain: Neural basis of social knowledge. *Annual Review of Psychology*, *60*, 693–716. doi:10.1146/annurev.psych.60.110707.163514
- Adolphs, R., Tranel, D., Damasio, H. & Damasio, A. (1994). Impaired recognition of emotion in facial expressions following bilateral damage to the human amygdala. *Nature*, *372*, 669–672. doi:10.1038/385254a0
- Albert, J., López-Martín, S., & Carretié, L. (2010). Emotional context modulates response inhibition: neural and behavioral data. *Neuroimage*, *49*, 914-921. doi:10.1016/j.neuroimage.2009.08.045
- Aldhafeeri, F. M., Mackenzie, I., Kay, T., Alghamdi, J., Sluming, V. (2012) Regional brain responses to pleasant and unpleasant IAPS pictures: Different networks, *Neuroscience Letters*, *512*, 94-98
- Allport, F.H. (1920). The influence of the group upon association and thought. *Journal of Experimental Psychology*, *3*, 159–182.
- Alpers, G. W., Adolph, D., & Pauli, P. (2011). Emotional scenes and facial expressions elicit different psychophysiological responses. *International Journal of Psychophysiology*, *80*, 173–181. doi:10.1016/j.ijpsycho.2011.01.010

- Amaral, C. P., Simões, M. A., & Castelo-Branco, M. S. (2015). Neural signals evoked by stimuli of increasing social scene complexity are detectable at the single-trial level and right lateralized. *PloS One*, *10*, e0121970.
- Amrhein, C., Mühlberger, A., Pauli, P., & Wiedemann, G. (2004). Modulation of event-related brain potentials during affective picture processing: a complement to startle reflex and skin conductance response? *International Journal of Psychophysiology*, *54*, 231-240. doi:10.1016/j.ijpsycho.2004.05.009
- Avenanti, A., Buetti, D., Galati, G., Aglioti, S.M., 2005. Transcranial magnetic stimulation highlights the sensorimotor side of empathy for pain. *Nature Neuroscience*, *8*, 955–960. doi:10.1038/nn1481
- Azevedo, T. M., Volchan, E., Imbiriba, L. A., Rodrigues, E. C., Oliveira, J. M., Oliveira, L. F., ... & Vargas, C. D. (2005). A freezing-like posture to pictures of mutilation. *Psychophysiology*, *42*, 255-260. doi:10.1111/j.1469-8986.2005.00287.x
- Bagiella, E., Sloan, R. P., & Heitjan, D. F. (2000). Mixed-effects models in psychophysiology. *Psychophysiology*, *37*, 13–20. doi:10.1111/1469-8986.3710013
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, *84*, 191-215. doi:10.1016/0146-6402(78)90002-4
- Benning, S. D. (2011). Postauricular and superior auricular reflex modulation during emotional pictures and sounds. *Psychophysiology*, *48*, 410-414. doi:10.1111/j.1469-8986.2010.01071.x
- Benning, S. D., Patrick, C. J. & Lang, A. R. (2004), Emotional modulation of the post-auricular reflex. *Psychophysiology*, *41*, 426–432 doi:10.1111/j.1469-8986.00160.x
- Berntson, G. G., Quigley, K. S., & Lozano, D. (2007). Cardiovascular Psychophysiology. In J. T. Cacioppo, L. G. Tassinary, & G. G. Berntson, (Eds.) *Handbook of Psychophysiology* (pp. 182-210). Cambridge: Cambridge University Press.

- Blanchard, R. J., Flannelly, K. J., & Blanchard, D. C. (1986). Defensive behaviors of laboratory and wild *Rattus norvegicus*. *Journal of Comparative Psychology, 100*, 101-107. doi:10.1037/0735-7036.100.2.101
- Blascovich, J. Mendes, W. B., Hunter, S. B., & Salomon, K. (1999). Social “facilitation” as challenge and threat. *Journal of Personality and Social Psychology, 77*, 68-77. doi: 10.1037/0022-3514.77.1.68
- Blumenthal, T. D. (1994). Signal attenuation as a function of integrator time constant and signal duration. *Psychophysiology, 31*, 201-203. doi: 10.1111/j.1469-8986.1994.tb01041.x
- Blumenthal, T. D., Cuthbert, B. N., Filion, D. L., Hackley, S., Lipp, O. V, & van Boxtel, A. (2005). Committee report: Guidelines for human startle eyeblink electromyographic studies. *Psychophysiology, 42*, 1–15. doi:10.1111/j.1469-8986.2005.00271.x
- Boucsein, W. (2012). *Electrodermal Activity*. New York: Springer.
- Bradley, M. M., Codispoti, M., Cuthbert, B. N., & Lang, P. J. (2001). Emotion and motivation I: Defensive and appetitive reactions in picture processing. *Emotion, 1*, 276–298. doi:10.1037/1528-3542.1.3.276
- Bradley, M., Codispoti M., & Lang P. (2006). A multi-process account of startle modulation during affective perception. *Psychophysiology, 43*, 486–497. doi: 10.1111/j.1469-8986.2006.00412.x
- Bradley, M. M., Cuthbert, B. N., & Lang, P. J. (1990). Startle reflex modification: emotion or attention? *Psychophysiology, 27*, 513-522. doi:10.1007/978-1-4615-1163-2_4
- Bradley, M. M., Hamby, S., Löw, A., & Lang, P. J. (2007). Brain potentials in perception: picture complexity and emotional arousal. *Psychophysiology, 44*, 364–373. doi:10.1111/j.1469-8986.2007.00520.x
- Bradley, M. M. & Lang, P. J. (1994). Measuring Emotion: The Self-Assessment Manikin and the Semantic Differential. *Journal of Behavioral Therapy and Experimental Psychiatry, 25*, 49-59. doi:10.1016/0005-7916(94)90063-9

- Bradley, M. M., & Lang, P. J. (1999a). *Affective norms for English words (ANEW): Stimuli, instruction manual and affective ratings. Technical report C-1*, Gainesville, FL. The Center for Research in Psychophysiology, University of Florida
- Bradley, M. M., & Lang, P. J. (1999b). *International affective digitized sounds (IADS): Stimuli, instruction manual and affective ratings (Tech. Rep. No. B-2)*. Gainesville, FL: The Center for Research in Psychophysiology, University of Florida)
- Bradley M., & Lang. P. (2000) Affective reactions to acoustic stimuli. *Psychophysiology*, 37, 204–215. doi:10.1111/1469-8986.3720204
- Bradley, M. M., & Lang, P. J. (2007). *Affective Norms for English Text (ANET): Affective ratings of text and instruction manual. (Tech. Rep. No. D-1)*. University of Florida, Gainesville, FL.)
- Bradley M., Lang P., & Cuthbert B. (1993) Emotion, Novelty, and the Startle Reflex: Habituation in Humans. *Behavioral Neuroscience*, 107, 970-980 doi:10.1037//0735-7044.107.6.970
- Britton, J. C., Phan, K. L., Taylor, S. F., Welsh, R. C., Berridge, K. C., & Liberzon, I. (2006a). Neural correlates of social and nonsocial emotions: An fMRI study. *NeuroImage*, 31, 397-409. doi:10.1016/j.neuroimage.2005.11.027
- Britton, J. C., Taylor, S. F., Berridge, K. C., Mikels, J. A., & Liberzon, I. (2006b). Differential subjective and psychophysiological responses to socially and nonsocially generated emotional stimuli. *Emotion*, 6, 150–155. doi:10.1037/1528-3542.6.1.150
- Brodal, A. (1969). *Neurological anatomy in relation to clinical medicine*. Ed. Oxford University Press.
- Brown, L. M., Bradley, M. M., Lang, P. J., (2006) Affective reactions to pictures of ingroup and outgroup members. *Biological Psychology*, 71, 3, 303-311 doi:10.1016/j.biopsycho.2005.06.003

- Cacioppo, J. T. & 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*, 401. doi:10.1037/0033-2909.115.3.401
- Cacioppo, J. T., Berntson, G. G., Larsen, J. T., Poehlmann, K. M., & Ito, T. A. (2000). The psychophysiology of emotion. In M. Lewis & J. M. Haviland-Jones (Eds.), *Handbook of emotions* (pp. 173–191). New York: Guilford Press.
- Cacioppo, J. T., Tassinary, L. G., & Berntson, G. G. (Eds.). (2007). *Handbook of Psychophysiology*. New York: Cambridge University Press.
- Calder, A. J. (1996). Facial emotion recognition after bilateral amygdala damage: Differentially severe impairment of fear. *Cognitive Neuropsychology*, *13*, 699–745. doi: 10.1080/026432996381890
- Cannon W. B. (1929). *Bodily changes in pain, hunger, fear, and rage*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Cannon, W. B. (1927). The James-Lange theory of emotions: A critical examination and an alternative theory. *The American Journal of Psychology*, *39*, 106–124.
- Carpenter, M. G., Frank, J. S., & Silcher, C. P. (1999). Surface height effects on postural control: A hypothesis for a stiffness strategy for stance. *Journal of Vestibular Research*, *9*, 277–286.
- Carretié, L. (2014). Exogenous (automatic) attention to emotional stimuli: a review. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, *14*, 1228-1258. doi:10.3758/s13415-014-0270-2
- Carretié, L., Mercado, F., Tapia, M., & Hinojosa, J. A. (2001). Emotion, attention, and the ‘negativity bias’, studied through event-related potentials. *International Journal of Psychophysiology*, *41*, 75-85. doi:10.1016/S0167-8760(00)00195-1
- Carretié, L., Ruiz-Padial, E., López-Martín, S., & Albert, J. (2011). Decomposing unpleasantness: Differential exogenous attention to disgusting and fearful stimuli. *Biological Psychology*, *86*, 247-253. doi:0.1016/j.biopsycho.2010.12.005

- Caton, R. (1875). The electric currents of the brain. *British Medical Journal*, 2, 278
- Charash, M., & McKay, D. (2002). Attention bias for disgust. *Journal of Anxiety Disorders*, 16, 529-541. doi:10.1016/S0887-6185(02)00171-8
- Cisler, J. M., Olatunji, B. O., Lohr, J. M., & Williams, N. L. (2009). Attentional bias differences between fear and disgust: implications for the role of disgust in disgust-related anxiety disorders. *Cognition and Emotion*, 23, 675–687. doi:10.1080/02699930802051599
- Codispoti, M., Ferrari, V., & Bradley, M. M. (2007). Repetition and event-related potentials: distinguishing early and late processes in affective picture perception. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 19, 577-586. doi:10.1162/jocn.2007.19.4.577
- Conroy, M. A., Polich, J. (2007) Affective valence and P300 when stimulus arousal level is controlled. *Cognition and Emotion*, 21, 891–901 doi: 10.1080/02699930600926752
- Cook, E. W. III, Atkinson, L., & Lang, K. G. (1987). Stimulus control and data acquisition for IBM PCs and compatibles. *Psychophysiology*, 24, 726-727. doi:10.1111/j.1469-8986.1987.tb00361.x
- Cuthbert, B., Schupp, H., Bradley, M., Birbaumer, N., Lang, P. (2000). Brain potentials in affective picture processing: covariation with autonomic arousal and affective report. *Biological Psychology*, 52, 95–111. doi:10.1016/S0301-0511(99)00044-7
- Cuthbert, B. N., Bradley, M. M., & Lang, P. J. (1996). Probing picture perception: Activation and emotion. *Psychophysiology*, 33, 103-111.
- Darley, J. M., & Latane, B. (1968). Bystander intervention in emergencies: diffusion of responsibility. *Journal of Personality and Social Psychology*, 8, 377-383.
- Darley, J. M., & Latané, B. (1970). *The unresponsive bystander: why doesn't he help?* New York, NY: Appleton Century Crofts.
- Darwin, C. (1872). *The expression of the emotions in man and animals*. London: John Murray.

- Davidson, R. J., Ekman, P., Saron, C. D., & Senulis, J. A. (1990). Approach/withdrawal and cerebral asymmetry: Emotional expression and brain physiology: I. *Journal of Personality & Social Psychology*, *58*, 330-341. doi:10.1037/0022-3514.58.2.330
- Davidson, R. J., & Irwin, W. (1999). The functional neuroanatomy of emotion and affective style. *Trends in Cognitive Sciences*, *3*, 11-21. doi:10.1016/S1364-6613(98)01265-0
- Dawson, M. E., Schell, A. M., & Bohmelt, A. H. (Eds.). (2008). *Startle modification: Implications for neuroscience, cognitive science, and clinical science*. Cambridge University Press.
- De Cesarei, A., & Codispoti, M. (2006). When does size not matter? Effects of stimulus size on affective modulation. *Psychophysiology*, *43*, 207-215. doi:10.1111/j.1469-8986.2006.00392.x
- Delorme, A., & Makeig, S. (2004). EEGLAB: an open source toolbox for analysis of single-trial EEG dynamics including independent component analysis. *Journal of Neuroscience Methods*, *134*, 9-21. doi:10.1016/j.jneumeth.2003.10.009
- Delplanque, S., Silvert, L., Hot, P., & Sequeira, H. (2005). Event-related P3a and P3b in response to unpredictable emotional stimuli. *Biological Psychology*, *68*, 107-120. doi:10.1016/j.biopsycho.2004.04.006
- Di Russo, F., Taddei, F., Apnile, T., & Spinelli, D. (2006). Neural correlates of fast stimulus discrimination and response selection in top-level fencers. *Neuroscience Letters*, *408*, 113-118. doi:10.1016/j.neulet.2006.08.085
- Dimberg, U. & Thunberg, M. (1998) Rapid facial reactions to emotional facial expression. *Scandinavian Journal of Psychology*, *39*, 39-45. doi:10.1111/1467-9450.00054
- Dimberg, U., Thunberg, M., & Grunedal, S. (2002). Facial reactions to emotional stimuli: Automatically controlled emotional responses. *Cognition & Emotion*, *16*, 449-471. doi:10.1080/02699930143000356
- Dufey, M., Fernández, A. M., Mayol, R. (2011). Adding support to cross-cultural

emotional assessment: Validation of the International Affective Picture System in a Chilean sample. *Universitas Psychologica*, *10*, 521-533.

Dunbar, R. I. M., (1992) Neocortex size as a constraint on group size in primates, *Journal of Human Evolution*, *22*, 469-493. doi:10.1016/0047-2484(92)90081-J

Duncan-Johnson, C. C., & Donchin, E. (1977). On quantifying surprise: The variation of event - related potentials with subjective probability.

Psychophysiology, *14*, 456-467. doi:10.1111/j.1469-8986.1977.tb01312.x

Eerland, A., Guadalupe, T. M., Franken, I. H., & Zwaan, R. A. (2012). Posture as index for approach-avoidance behavior. *PloS One*, *7*, e31291.

doi:10.1371/journal.pone.0031291

Eilola, T. M., Havelka, J. (2010). Affective norms for 210 British English and Finnish nouns. *Behavioral Research Methods*, *42*, 134-140.

doi:10.3758/BRM.42.1.134

Ekman, P. (1993). Facial expression and emotion. *American Psychologist*, *48*, 384-392.

Ekman, P., & Rosenberg, E. L. (Eds.). (1997). *What the face reveals: Basic and applied studies of spontaneous expression using the Facial Action Coding System (FACS)*. Oxford University Press.

Ekman, P., Sorenson, E. R., & Friesen, W. V. (1969). Pan-cultural elements in facial displays of emotion. *Science*, *164*, 86-88. doi:10.1126/science.164.3875.86

Elliott, R., Rubinsztein, J. S., Sahakian, B. J., & Dolan, R. J. (2000). Selective attention to emotional stimuli in a verbal go/no-go task: an fMRI study. *Neuroreport*, *11*, 1739-1744. doi:10.1097/00001756-200006050-00028

Falcone, R., Brunamonti, E., & Genovesio, A. (2012). Vicarious learning from human models in monkeys. *PloS One*, *7*, e40283. doi:10.1371/journal.pone.0040283

Fiske, S. T., & Taylor, S. E. (2013). *Social Cognition. From Brains to Culture*. Los Angeles: Sage.

Frewen, P. A., Dozois, D. J., Neufeld, R. W., Densmore, M., Stevens, T. K., & Lanius, R. A. (2011). Neuroimaging social emotional processing in women: fMRI

- study of script-driven imagery. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 6, 375-392. doi:10.1093/scan/nsq047
- Fridlund, A. J., & Cacioppo, J. T. (1986). Guidelines for human electromyographic research. *Psychophysiology*, 23, 567-589. doi:10.1111/j.1469-8986.1986.tb00676.x
- Fridlund, A. J., Sabini, J. P., Hedlund, L. E., Schaut, J. A., Shenker, J. I., & Knauer, M. J. (1990). Audience effects on solitary faces during imagery: Displaying to the people in your head. *Journal of Nonverbal Behavior*, 14, 113-137. doi:10.1007/BF01670438
- Gainotti, G. (1972). Emotional behaviour and hemispheric side of lesion, *Cortex*, 8, 41-55.
- Gainotti, G., Marra, C. (2011). Differential contribution of right and left temporo-occipital and anterior temporal lesions to face recognition disorders. *Frontiers Human Neuroscience*, 5, 55. doi:10.3389/fnhum.2011.00055
- Gallese, V., Eagle, M. N., & Migone, P. (2007). Intentional attunement: Mirror neurons and the neural underpinnings of interpersonal relations. *Journal of the American Psychoanalytic Association*, 55, 131-175. doi:10.1177/00030651070550010601
- Gallese, V., Fadiga, L., Fogassi V., & Rizzolatti, G. (1996). Action recognition in the premotor cortex. *Brain*, 119, 593-609. doi:10.1093/brain/awp167
- Gallese, V., Goldman, A. (1998). Mirror neurons and the simulation theory of mind-reading. *Trends in Cognitive Sciences*, 2, 493-501. doi:10.1016/S1364-6613(98)01262-5
- Gardner, W. L.; Knowles, M. L. (2008). Love makes you real: Favorite television characters are perceived as "real" in a social facilitation paradigm. *Social Cognition*, 26, 156-168. doi:10.1521/soco.2008.26.2.156
- Geday, J., Gjedde, A., Boldsen, A. S., & Kupers, R. (2003). Emotional valence modulates activity in the posterior fusiform gyrus and inferior medial prefrontal cortex in social perception. *Neuroimage*, 18, 675-684.

doi:10.1016/S1053-8119(02)00038-1

Geen, R. G. (1979). Effects of being observed on learning following success and failure experiences. *Motivation and Emotion*, 3, 355-371. doi:10.1007/BF00994050

Gil, S. (2009). Comment étudier les émotions en laboratoire. *Revue Électronique de Psychologie Sociale*, 4, 15-24.

Goldberger, L., & Breznitz, S. (Eds.) (1993). *Handbook of stress*. The Free Press.

Gómez-Herrero, G., De Clercq, W., Anwar, H., Kara, O., Egiazarian, K., Van Huffel, S., & Van Paesschen, W. (2006). Automatic removal of ocular artifacts in the EEG without an EOG reference channel. In: *Signal Processing Symposium. NORSIG 2006. Proceedings of the 7th Nordic*, 130-133. doi:10.1109/NORSIG.2006.275210.

Grühn, D., & Scheibe, S. (2008). Age-related differences in valence and arousal ratings of pictures from the International Affective Picture System (IAPS): Do ratings become more extreme with age? *Behavior Research Methods*, 40, 512-521. doi:10.3758/BRM.40.2.512

Guerin, B. (1993). *Social Facilitation*. New York: Press Syndicate of the University of Cambridge.

Handy, T. C. (Ed.). (2005). *Event-related potentials: A methods handbook*. Cambridge: MIT press.

Hariri, A. R., Mattay, V. S., Tessitore, A., Fera, F., & Weinberger, D. R. (2003). Neocortical modulation of the amygdala response to fearful stimuli. *Biological Psychiatry*, 53, 494–501. doi:10.1016/S0006-3223(02)01786-9

Harris, L. T., McClure, S. M., van den Bos, W., Cohen, J. D., Fiske, S. T. (2007). Regions of the MPFC differentially tuned to social and nonsocial affective evaluation. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 7, 309-316. doi:10.3758/CABN.7.4.309

Heinzel, A., Bermpohl, F., Niese, R., Pfennig, A., Pascual-Leone, A., Schlaug, G., Northoff G. (2005). How do we modulate our emotions? Parametric fMRI

- reveals cortical midline structures as regions specifically involved in the processing of emotional valences, *Cognitive Brain Research*, 25, 348-358 doi:10.1016/j.cogbrainres.2005.06.009
- Heller, W. (1990). The neuropsychology of emotion, Developmental patterns and implications for psychopathology. In: N. Stein, B. L. Leventhal, & T. Trabasso (Eds.) *Psychological and Biological Approaches to Emotion* (pp.167-211). Hillsdale, NJ: Erlbaum
- Heller, W. (1993). Neuropsychological mechanisms of individual differences in emotion, personality, and arousal. *Neuropsychology*, 7, 476-489. doi:10.1037/0894-4105.7.4.476
- Heller, W., Nitschke, J. B. & Lindsay, D. L. (1997). Neuropsychological correlates of arousal in self-reported emotion. *Cognition and Emotion*, 11, 383-402. doi:10.1080/026999397379854
- Heller, W., Nitschke, J. B. & Miller, G. A. (1998). Lateralization in emotion and emotional disorders. *Current Directions in Psychological Science*, 7, 26-32. doi:10.1111/1467-8721.ep11521823
- Hess, U., Banse, R., & Kappas, A. (1995). The intensity of facial expression is determined by underlying affective state and social situation. *Journal of Personality and Social Psychology*, 69, 280-288. doi:10.1037/0022-3514.69.2.280
- Hess, U., & Blairy, S. (2001). Facial mimicry and emotional contagion to dynamic emotional facial expressions and their influence on decoding accuracy. *International Journal of Psychophysiology*, 40, 129-141. doi:10.1016/S0167-8760(00)00161-6
- Hess, U., Sabourin, G., & Kleck, R. E. (2007). Postauricular and eyeblink startle responses to facial expressions. *Psychophysiology*, 44, 431-435. doi:10.1111/j.1469-8986.2007.00516.x
- Hess, W. R. (1957). *The functional organization of the diencephalon*. New York: Grune & Stratton.

- Hillman, C. H., Rosengren, K. S., & Smith, D. P. (2004). Emotion and motivated behavior: postural adjustments to affective picture viewing. *Biological Psychology*, *66*, 51-62. doi:10.1016/j.biopsycho.2003.07.005
- Hodes, R., Cook, E. W. III, & Lang, P. J. (1985). Individual differences in autonomic response: conditioned association or conditioned fear? *Psychophysiology*, *22*, 545-560. doi:10.1111/j.1469-8986.1985.tb01649.x
- Iacoboni, M., Lieberman, M. D., Knowlton, B. J., Molnar-Szakacs, I., Moritz, M., Throop, C. J., & Fiske, A. P. (2004). Watching social interactions produces dorsomedial prefrontal and medial parietal BOLD fMRI signal increases compared to a resting baseline. *NeuroImage*, *21*, 1167-1173. doi:10.1016/j.neuroimage.2003.11.013
- Ito, T. A., Cacioppo, J. T., & Lang, P. J. (1998). Eliciting affect using the International Affective Picture System: Trajectories through evaluative space. *Personality and Social Psychology Bulletin*, *24*, 855-879. doi:10.1177/0146167298248006
- Jackson, P. L., Brunet, E., Meltzoff, A. N., & Decety, J. (2006). Empathy examined through the neural mechanisms involved in imagining how I feel versus how you feel pain. *Neuropsychologia*, *44*, 752-761. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2005.07.015
- James, W. (1884). What is an emotion? *Mind*, *34*, 188-205.
- Johnson, R. (1993). On the neural generators of the P300 component of the event-related potential. *Psychophysiology*, *30*, 90-97. doi:10.1111/j.1469-8986.1993.tb03208.x
- Jorge, R., & Robinson, R. G. (2002). Mood disorders following traumatic brain injury. *Neurorehabilitation*, *17*, 311-324 doi:10.1001/archpsyc.62.7.742
- Kanske, P., Plitschka, J., & Kotz, S. A. (2011). Attentional orienting towards emotion: P2 and N400 ERP effects. *Neuropsychologia*, *49*, 3121-3129. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2011.07.022
- Kanwisher, N., McDermott, J., Chun, M. M. (1997). The fusiform face area: a

- module in human extrastriate cortex specialized for face perception. *Journal of Neuroscience*, *17*, 4302–11.
- Kaouane, N., Porte, Y., Vallée, M., Brayda-Bruno, L., Mons, N., Calandreau, L., Marighetto, A., Piazza, P. V. & Desmedt, A. (2012). Glucocorticoids can induce PTSD-like memory impairments in mice. *Science*, *335*, 1510-1513. doi: 10.1126/science.1207615.
- Keselman, H. J. (1998). Testing treatment effects in repeated measures designs: an update for psychophysiological researchers. *Psychophysiology*, *35*, 470–478. doi:10.1111/1469-8986.3540470.
- Keysers, C., Wicker, B., Gazzola, V., Anton, J. L., Fogassi, L., & Gallese, V. (2004). A touching sight: SII/PV activation during the observation and experience of touch. *Neuron*, *42*, 335–346.
- Kirchner, M. (2013). *Characterising postural sway fluctuations in humans using linear and nonlinear methods*. (Doctoral dissertation, Univ. Frankfurt am Main).
- Klüver, H. & Bucy, P. C. (1937). ‘Psychic blindness’ and other symptoms following bilateral temporal lobectomy. *American Journal of Physiology*, *119*, 254–284.
- Kovalenko, A. A., Pavlenko, V. B., Chernyi, S. V. (2010). Reflection of the emotional significance of visual stimuli in the characteristics of evoked EEG potentials. *Neurophysiology*, *42*, 70-79. doi:10.1007/s11062-010-9133-9
- Lang, P. J., & Bradley, M. M. (2010). Emotion and the motivational brain. *Biological Psychology*, *84*, 437-450. doi:10.1016/j.biopsycho.2009.10.007
- Lang, P. J., Bradley, M. M., & Cuthbert, B. N. (1997). Motivated attention: Affect, activation, and action. In P. J. Lang, R. F. Simons, & M. F. Balaban (Eds.), *Attention and orienting: Sensory and motivational processes* (pp. 97–135). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Lang, P. J., Bradley, M. M., & Cuthbert, B. N. (2008). *International Affective Picture System (IAPS): Affective ratings of pictures and instruction manual. Technical Report A-8*. Gainesville: University of Florida

- Lang P. J., Bradley M. M., Fitzsimmons J. R., Cuthbert B. N., Scott J. D., Moulder B., Nangia V. (1998). Emotional arousal and activation of the visual cortex: an fMRI analysis. *Psychophysiology*, 35, 199-210. doi:10.1111/1469-8986.3520199
- Lang, P. J., Greenwald, M. K., Bradley, M. M., & Hamm, A. O. (1993). Looking at pictures: affective, facial, visceral, and behavioral reactions. *Psychophysiology*, 30, 261–273. doi:10.1111/j.1469-8986.1993.tb03352.x
- Lange, C. G. (1885). *Om sindsbevaegelser: Psykofysiologisk studies*. Copenhagen: Lunds.
- LeDoux, J. E. (1999). Emotion circuits in the brain. *Annual Review of Neuroscience*, 23, 155-184.
- Lee, K. H., & Siegle, G. J. (2014). Different brain activity in response to emotional faces alone and augmented by contextual information. *Psychophysiology*, 51, 1147-1157.
- Lee, K. Y., Lee, T. H., Yoon, S. J., Cho, Y. S., Choi, J. S., & Kim, H. T. (2010). Neural correlates of top-down processing in emotion perception: An ERP study of emotional faces in white noise versus noise-alone stimuli. *Brain Research*, 1337, 56-63. doi:10.1016/j.brainres.2010.03.094
- Leventhal, H. (1984). A perceptual-motor theory of emotion. *Advances in Experimental Social Psychology*, 17, 117-182.
- Lindsley, D. B. (1951). Emotion. In S. S. Stevens (Ed.), *Handbook of experimental psychology*, SS Stephens. New York: McGraw Hill
- MacLean, P (1950). Psychosomatic disease and the 'visceral brain', recent developments bearing on the Papez theory of emotion. *Psychosomatic Medicine*, 11, 338–353.
- McGinley, J. L., Baker, R., Wolfe, R., & Morris, M. E. (2009). The reliability of three-dimensional kinematic gait measurements: a systematic review. *Gait & Posture*, 29, 360-369. doi:10.1016/j.gaitpost.2008.09.003
- McNeil, J. E., & Warrington, E. K. (1993). Prosopagnosia: A face specific disorder.

- Quarterly Journal of Experimental Psychology: Human Experimental Psychology*, 46, 1-10.
- Mersebak, N. (2013). *Analysis of Social EEG - A Neuroscience Study* (Unpublished master's thesis). Technical University of Denmark, Lyngby, Denmark.
- Moltó, J., Montañés, S., Poy, R., Segarra, P., Pastor, M. C., Irún, M. P. T., ... & Vila, J. (1999). Un método para el estudio experimental de las emociones: El International Affective Picture System (IAPS). Adaptación española. *Revista de psicología general y aplicada: Revista de la Federación Española de Asociaciones de Psicología*, 52, 55-87.
- Moser, M. B., & Moser, E. I. (1998). Functional differentiation in the hippocampus. *Hippocampus*, 8, 608-619.
- Mukamel, R., Ekstrom, A. D., Kaplan, J., Iacoboni, M., & Fried, I. (2010). Single-neuron responses in humans during execution and observation of actions. *Current Biology*, 20, 750-756. doi:10.1016/j.cub.2010.02.045
- Nitschke, J. B., Heller, W., Palmieri, P. A., & Miller, G. A. (1999). Contrasting patterns of brain activity in anxious apprehension and anxious arousal. *Psychophysiology*, 36, 628-637.
- Norris, C. J., Chen, E. E., Zhu, D. C., Small, S. L., & Cacioppo, J. T. (2004). The interaction of social and emotional processes in the brain. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 16, 1818-1829. doi:10.1162/0898929042947847
- Nummenmaa, L., Glerean, E., Hari, R., & Hietanen, J. K. (2014). Bodily maps of emotions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111, 646-651. doi:10.1073/pnas.1321664111
- Olds, J., Milner, P. (1954). Positive reinforcement produced by electrical stimulation of septal area and other regions of rat brain. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 47, 419-27.
- Olofsson, J. K., Nordin, S., Sequeira, H., & Polich, J. (2008). Affective picture processing: an integrative review of ERP findings. *Biological Psychology*, 77, 247-265. doi:10.1016/j.biopsycho.2007.11.006

- Olsson, A., & Ochsner, K. N. (2008). The role of social cognition in emotion. *Trends in Cognitive Sciences, 12*, 65–71. doi:10.1016/j.tics.2007.11.010
- Osgood, C. E. (1957). *The measurement of meaning*. University of Illinois Press.
- Panksepp, J. (1982). Toward a general psychobiological theory of emotions. *The Behavioral and Brain Sciences, 5*, 407–467.
- Papez, J. (1937). A proposed mechanism of emotion. *Archives of Neurological Psychiatry, 38*, 725–743.
- Pavlov, I. P., (1932). The reply of a physiologist to psychologists. *Psychological Review, 39*, 91-127.
- Perrett, D. I., Rolls, E. T., & Caan, W. (1982). Visual neurones responsive to faces in the monkey temporal cortex. *Experimental Brain Research, 47*, 329-342.
- Philipp, M. C., Storrs, K. R., & Vanman, E. J. (2012). Sociality of facial expressions in immersive virtual environments: A facial EMG study. *Biological Psychology, 91*, 17-21. doi:10.1016/j.biopsycho.2012.05.008
- Polich, J. (2007). Updating P300: An integrative theory of P3a and P3b. *Clinical Neurophysiology, 118*, 2128-2148. doi:10.1016/j.clinph.2007.04.019
- Porges, S. W. (2003). Social engagement and attachment – A phylogenetic perspective. *Annals of the New York Academy of Sciences, 1008*, 31-47. doi:10.1196/annals.1301.004
- Porto, W. G. , Bertolucci, P. H. F., Bueno, O. F. A. (2011). The paradox of age: an analysis of responses by aging Brazilians to International Affective Picture System (IAPS). *Revisión Brasileira de Psiquiatria, 33*, 10-15
- Pravdich-Neminsky V. V. (1913). Ein Versuch der Registrierung der elektrischen Gehirnerscheinungen. *Zbl. Physiol., 27*, 951–960.
- Prinz, J. J. (2004). *Gut reactions: A perceptual theory of emotion*. Oxford University Press.
- Proverbio, A. M., Zani, A., & Adorni, R. (2008). Neural markers of a greater female responsiveness to social stimuli. *BMC Neuroscience, 9*, 56. doi:10.1186/1471-2202-9-56

- Redondo, J., Fraga, I., Padrón, I., & Comesaña, M. (2007). The Spanish adaptation of ANEW (Affective Norms for English Words). *Behavior Research Methods*, *39*, 600-605. doi:10.3758/BF03193031
- Ringelmann, M. (1913). Recherches sur les moteurs animés: Travail de l'homme. *Annales de l'Institut National Agronomique*, *12*, 1-40.
- Rolls, E. T. (1984). Neurons in the cortex of the temporal lobe and in the amygdala of the monkey with responses selective for faces. *Human Neurobiology*, *3*, 209–22
- Rolls, E. T. (2000). The orbitofrontal cortex and reward. *Cerebral Cortex*, *10*, 284-294.
- Rosvold, H. E., Mirsky, A. F., Sarason, I., Bransome, E. D. & Beck, L. H. (1956). A continuous performance test of brain damage. *Journal of Consultant Psychology*, *20*, 343–350.
- Russell, J. A. (1980). A circumplex model of affect. *Journal of Personality and Social Psychology*, *39*, 1161-1178.
- Russell, J.A., & Mehrabian, A. (1977). Evidence for a three-factor theory of emotions. *Journal of Research in Personality*, *11*, 273–294 doi:10.1016/0092-6566(77)90037-X
- Sabatinelli, D., Bradley, M. M., Lang, P. J., Costa, V. D., & Versace, F. (2007). Pleasure rather than salience activates human nucleus accumbens and medial prefrontal cortex. *Journal of Neurophysiology*, *98*, 1374–1379. doi:10.1152/jn.00230.2007
- Sakaki, M., Niki, K., & Mather, M. (2012). Beyond arousal and valence: The importance of the biological versus social relevance of emotional stimuli. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, *12*, 115-139. doi:10.3758/s13415-011-0062-x
- Sanchez-Navarro, J. P., Carrillo-Verdejo, E., Torrente, G., Pineda, S., Martínez-Selva, J. M., & Murcia-Liarte, J. B. (2012). Preattentive processing of feared stimuli

in blood–injection–injury fearful subjects. *International Journal of Psychophysiology*, *84*, 95-101. doi:10.1016/j.ijpsycho.2012.01.016

Sánchez-Navarro, J. P., Martínez-Selva, J. M., and Román, F. (2005). Emotional response in patients with frontal brain damage: Effects of affective valence and information Content. *Behavioral Neuroscience*, *119*, 87–97. doi:10.1037/0735-7044.119.1.87

Sánchez-Navarro, J. P., Martínez-Selva, J. M., and Román, F. (2006) Uncovering the relationship between defence and orienting in emotion: Cardiac reactivity to unpleasant pictures. *International Journal of Psychophysiology*, *61*, 34-46. doi:10.1016/j.ijpsycho.2005.10.023

Sánchez-Navarro J. P., Martínez-Selva J. M., Torrente G., & Román F. (2008). Psychophysiological, behavioral, and cognitive indices of the emotional response: A factor-analytic study. *The Spanish Journal of Psychology*, *11*, 16-25.

Scherer, K. R., & Tannenbaum, P. H. (1986). Emotional experiences in everyday life: A survey approach. *Motivation and Emotion*, *10*, 295-314. doi:10.1007/BF00992106

Schirmer A., Escoffier N., Zysset S., Koester D., Striano T., Friederici A. D., (2008). When vocal processing gets emotional: On the role of social orientation in relevance detection by the human amygdala. *NeuroImage*, *40*, 1402-1410. doi:10.1016/j.neuroimage.2008.01.018

Schupp, H. T., Cuthbert, B. N., Bradley, M. M., Cacioppo, J. T., Ito, T. and Lang, P. J. (2000). Affective picture processing: The late positive potential is modulated by motivational relevance. *Psychophysiology*, *37*, 257–261. doi:10.1111/1469-8986.3720257

Schupp, H. T., Stockburger, J., Codispoti, M., Junghöfer, M., Weike, A. I., & Hamm, A. O. (2006). Stimulus novelty and emotion perception: the near absence of habituation in the visual cortex. *Neuroreport*, *17*, 365-369. doi: 10.1097/01.wnr.0000203355.88061.c6

- Schwartz, G. E., Brown, S. L., & Ahern, G. L. (1980). Facial muscle patterning and subjective experience during affective imagery: Sex differences. *Psychophysiology*, *17*, 75–82.
- Sechenov... // Сеченов, И. М. (1863). Рефлексы головного мозга. *Медицинский Вестник*, *47*, 461-484.
- Sechenov, I. M. (1882). Galvanische Erscheinungen an dem verlängerten Marke des Frosches. *Pflügers Archiv des Physiologie*, *27*, 524–566.
- Selye, H. (1936). The alarm reaction. *Canadian Medical Association Journal*, *34*, 706.
- Sergent, J, Ohta, S., MacDonald, B. (1992). Functional neuroanatomy of face and object processing. A positron emission tomography study. *Brain*, *115*, 15–36. doi:10.1093/brain/115.1.15
- Silvers, J. (2013). *Behavioral and neural basis of emotion regulation in childhood and adolescence* (Unpublished doctoral dissertation). Columbia University, New York, the USA.
- Singer, T., Seymour, B., O'Doherty, J., Kaube, H., Dolan, R. J., & Frith, C. D. (2004). Empathy for pain involves the affective but not sensory components of pain. *Science*, *303*, 1157-1162.
- Smith, N. K., Cacioppo, J. T., Larsen, J. T., Chartrand, T. L., (2003). May I have your attention, please: Electrocortical responses to positive and negative stimuli. *Neuropsychologia*, *41*, 171–183. doi:10.1016/S0028-3932(02)00147-1
- Stins, J. F., & Beek, P. J. (2007). Effects of affective picture viewing on postural control. *BMC Neuroscience*, *8*, 83. doi:10.1186/1471-2202-8-83
- Tassinary, L. G., Cacioppo, J. T., & Geen, T. R. (1989). A psychometric study of surface electrode placements for facial electromyographic recording: I. The brow and cheek muscle regions. *Psychophysiology*, *26*, 1–16. doi:10.1111/j.1469-8986.1989.tb03125.x
- Terzian, H. & Ore, G. D. (1955). Syndrome of Kluver-Bucy reproduced in man by bilateral removal of temporal lobes. *Neurology*, *5*, 373–380.

- Tranel, D. & Damasio, H. (1994). Neuroanatomical correlates of electrodermal skin conductance responses. *Psychophysiology*, 31, 427-438. doi:10.1111/j.1469-8986.1994.tb01046.x
- Travis, L.E. (1928). The influence of the group upon the stutter's speed in free association. *Journal of Abnormal and Social Psychology*, 23, 45-51. doi:10.1037/h0074512
- Triplett, N. (1898). The dynamogenic factors in pacemaking and competition. *American Journal of Psychology*, 9, 507-533.
- Vasanolov... // Васанов А. Ю., Марченко О.П., Машанло А.С. (2011). Проверка стандартных показателей эмоционально окрашенных фотоизображений IAPS на русской выборке. *Экспериментальная Психология*, 3, 126-132.
- Venables, P. H., Christie, M. J. (1980). Electrodermal activity. In I. Martin & P. H. Venables (Eds.), *Techniques in Psychophysiology*, (pp. 2-67). New York: John Wiley.
- Verschuere, G., Crombez, G., & Koster, E. (2001). The international affective picture system: a Flemish validation study. *Psychologica Belgica*, 41, 205-216.
- Vila, J., Guerra, P., Muñoz, M. A., Perakakis, P., Delgado, L. C., Figueroa, M., & Mohamed, S. (2009). La dinámica del miedo: la cascada defensiva. *Escritos de Psicología*, 3, 37-42.
- Vila, J., Sánchez, M., Ramírez, I., Fernández, M. C., Cobos, P., Rodríguez, S., & Moltó, J. (2001). The International affective picture system (IAPS): Spanish adaptation. Second part. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 54, 635-657.
- Vrana, S.R., Spence, E.L., & Lang, P.J. (1988). The startle probe response: A new measure of emotion? *Journal of Abnormal Psychology*, 97, 487-491. doi:10.1037/0021-843X.97.4.487
- Wangelin, B.C., Löw, A., McTeague, L.M., Bradley, M.M., & Lang, P.J. (2011). Aversive picture processing: Effects of a concurrent task on sustained defensive engagement. *Psychophysiology*, 48, 112-116. doi:10.1111/j.1469-

8986.2010.01041.x

- Weiskrantz, L. (1956). Behavioral changes associated with ablation of the amygdaloid complex in monkeys. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, *49*, 381–391
- Wicker, B., Keysers, C., Plailly, J., Royet, J.-P., Gallese, V., & Rizzolatti, G. (2003). Both of us disgusted in my insula: The common neural basis of seeing and feeling disgust. *Neuron*, *40*, 655–664. doi:10.1016/S0896-6273(03)00679-2
- Wundt, W. (1896) *Grundriss der Psychologie*. Leipzig: Entgelmann.
- Yerkes, R. M., & Dodson, J. D. (1908). The relation of strength of stimulus to rapidity of habit-formation. *Journal of Comparative Neurology and Psychology*, *18*, 459-482. doi:10.1002/cne.920180503
- Young, A. W., Aggleton, J. P., Hellawell, D. J., Johnson, M., Brooks, P., & Hanley, J. R. (1995). Face processing impairments after amygdalotomy. *Brain*, *118*, 15–24. doi:10.1093/brain/118.1.15
- Zajonc, R. (1965). Social facilitation. *Science*, *149*, 269-274. doi:10.1126/science.149.3681.269