

MODULACIÓN ATENCIONAL DE LA PERCEPCIÓN CONSCIENTE DE ESTÍMULOS EMOCIONALES ESTUDIADA MEDIANTE EL PARADIGMA DE RIVALIDAD BINOCULAR

MARÍA HERNÁNDEZ LORCA
DIR.: LUIS CARRETIÉ ARANGÜENA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID

FACULTAD DE PSICOLOGÍA

DEPARTAMENTO DE PSICOLOGÍA BIOLÓGICA Y DE LA
SALUD

TESIS DOCTORAL

MODULACIÓN ATENCIONAL DE LA PERCEPCIÓN CONSCIENTE DE
ESTÍMULOS EMOCIONALES ESTUDIADA MEDIANTE EL
PARADIGMA DE RIVALIDAD BINOCULAR

Memoria para optar al grado de doctor presentada por

María Hernández Lorca

Tesis dirigida por

Luis Carretié Arangüena

Madrid, 2022



AGRADECIMIENTOS

*Quando emprendas tu viaje a Ítaca
pide que el camino sea largo,
lleno de aventuras, lleno de experiencias.*

*No temas a los lestrigones ni a los cíclopes
ni al colérico Poseidón,
seres tales jamás hallarás en tu camino,
si tu pensar es elevado, si selecta
es la emoción que toca tu espíritu y tu cuerpo.*

C. P. Cavafis

Gracias a

Luis, que ha tenido la (gran) generosidad y la paciencia (mucho) para dirigir esta tesis, que me abrió la puerta a la investigación, me introdujo en el mundo experimental y me enseñó que la ciencia requiere de cuidado, rigor y perseverancia.

Almudena y Domi, que llegaron a mi vida investigadora para hacerme mejor investigadora y se quedaron acompañándome en todo lo demás.

Sara y Jacobo, cuyo ánimo y empatía ha llegado siempre en el momento adecuado y que son ejemplo personal y profesional a seguir.

Majo y Uxía, compañeras, con las que he compartido laboratorio, investigaciones y partes significativas de nuestras vidas.

Sandra (obrigada!), Morten y Kristian (tak!), que me acogieron en sus equipos investigadores, de los que me llevo experiencias profesionales de valor incalculable.

Todos los compañeros que he tenido en el Lab8, que han contribuido a que el ambiente haya sido siempre bueno, que tanto me han enseñado y que sin duda se refleja en esta tesis: Sandra, Manu, Esmeralda, Tamara, Elena, Sabela y Cristina.

Todos los participantes que han prestado su psique para los experimentos de esta tesis.

Mis padres, que apoyan todo lo que hago sin preguntar, incondicionalmente, con la mayor generosidad que se pueda imaginar; y Tatí, que a pesar de su apretada agenda me ha echado una mano siempre que se lo he pedido.

Martin, el mayor apoyo que se puede tener, mi compañero, que tanto me da desde hace tanto, que siempre piensa que yo puedo. Gracias por quererme tanto.

Leif, Irene y Érika, que han ido llegando durante el desarrollo de esta tesis, que me hacen valiente, feliz y orgullosa, que tanto me enseñan, y que me dan la perspectiva adecuada para afrontar cada reto con su merecida importancia.

¡Qué suerte la mía!

A todos vosotros, gracias.

ÍNDICE

Resumen.....	9
1. PRESENTACIÓN.....	12
2. INTRODUCCIÓN.....	14
2.1. Percepción consciente y el paradigma de rivalidad binocular.....	14
2.1.1. Correlatos neuroanatómicos.....	17
2.1.2. Correlatos temporales.....	19
2.1.3. Rivalidad binocular y atención.....	20
2.2. Emoción, atención y rivalidad binocular.....	22
2.2.1. Emoción: conceptos relevantes para la tesis.....	22
2.2.2. Emoción y atención: datos neurales y conductuales.....	23
2.2.3. Emoción, atención y rivalidad binocular: datos conductuales.....	25
2.2.4. Emoción, atención y rivalidad binocular: datos neurales.....	28
2.3. Cuestiones abiertas.....	29
3. OBJETIVOS E HIPÓTESIS.....	31
4. EXPERIMENTO 1 – ESTUDIO PILOTO	33
<u>Rivalidad Binocular de escenas emocionales: validación empírica de las novedades implementadas en el diseño experimental</u>	
4.1. Introducción.....	33
4.2. Método.....	35
4.3. Resultados.....	41
4.4. Discusión.....	44
4.5. Conclusiones.....	46
5. EXPERIMENTO 2.....	48
<u>Rivalidad Binocular de escenas emocionales: el papel de la atención exógena</u>	
5.1. Introducción.....	48
5.2. Método.....	50
5.3. Resultados.....	56
5.4. Discusión.....	61
5.5. Conclusiones.....	64

6. EXPERIMENTO 3	65
<u>Rivalidad Binocular de escenas emocionales: el papel de la atención endógena</u>	
6.1. Introducción	65
6.2. Método	66
6.3. Resultados	75
6.4. Discusión	82
6.5. Conclusiones	85
7. DISCUSIÓN GENERAL	87
8. CONCLUSIONES	94
9. REFERENCIAS	96
Glosario de abreviaturas	104
Índice de tablas	105
Índice de figuras	107

RESUMEN

Esta tesis ha abordado el estudio, tanto a nivel conductual como neural, de los sesgos en la atención a estímulos emocionales y en la percepción consciente de dichos estímulos. Los sesgos en la atención -tanto endógena (o arriba-abajo) como exógena (o abajo-arriba)- se manifiestan en un rendimiento en la tarea diferente ante estímulos emocionales que ante neutros en el plano conductual y en amplitudes mayores ante los primeros en determinados componentes de potenciales relacionados con acontecimientos discretos (PRAD). Por otro lado, en el caso de la percepción consciente en el paradigma de rivalidad binocular (RB; estimulación de los dos ojos con imágenes incompatibles y percepción consciente de solamente una de ellas), uno de los más empleados en este ámbito, se ha descrito un sesgo hacia las imágenes emocionales de manera que se perciben conscientemente en mayor medida que las imágenes neutras con las que rivalizan. En este trabajo hemos diseñado tareas de atención exógena y endógena a escenas emocionales dentro del paradigma RB registrando conjuntamente índices conductuales y neurales (PRAD) de atención y de percepción consciente.

El primer estudio, de carácter conductual (Experimento 1), tuvo como objetivo validar la tarea RB a emplear en el resto de experimentos. Para ello, se presentaron y manipularon algunas novedades metodológicas respecto a los (escasos) anteriores estudios de RB emocional: parejas de imágenes de escenas en lugar de caras (emocionalmente positivas, negativas y neutras emparejadas con imágenes neutras), estimulación parcial de los hemisferios temporales con máscara en los hemisferios nasales para facilitar el análisis de los PRAD, y presentación de los estímulos durante diferentes periodos de tiempo (150, 300, 600 y 1200 ms) para detectar la duración idónea del ensayo. Los participantes (n=39) debían informar de la inclinación de dos rejillas superpuestas a las escenas, que actuaban como distractores en una tarea de atención exógena. Los resultados determinaron que la estimulación por hemisferios es compatible con el paradigma RB, y que las escenas pueden también provocar sesgos en la atención y en la percepción consciente bajo este paradigma. Asimismo, los resultados determinaron que la duración de 600 ms es la más idónea en términos de resolución de la RB. Por otro lado, los resultados de este estudio preliminar sugirieron que los efectos experimentales en la atención exógena bajo el paradigma RB inducen una menor percepción consciente de la imagen emocional negativa que de la neutra (es decir, una supresión de los distractores negativos), aunque este resultado preliminar, contrario al descrito en estudios previos, requería confirmación por parte del Experimento 2.

El siguiente estudio (Experimento 2), tuvo como objetivo explorar las respuestas conductuales y neurales en una tarea de atención exógena a estímulos emocionales dentro del diseño experimental que resultó validado en el Experimento 1. La tarea mantuvo los parámetros del estudio conductual con presentación por hemicampos, aunque en este caso, y a la vista de los resultados de ese experimento previo, se empleó únicamente la duración estimular de 600 ms, y se simplificó la tarea a una sola rejilla por ojo. En este estudio (n=35), se hipotetizó que, conductualmente, las imágenes emocionales -tanto positivas como negativas- presentarían una ventaja respecto a las neutras a la hora de alcanzar la percepción consciente y que los componentes PRAD sensibles a la atención exógena (*i. e.*, <300 ms: P1p, P2a y/o N2) y al contenido percibido conscientemente (latencia 130-320 ms: N1 y VAN) presentarían mayores amplitudes ante la estimulación emocional respecto a la neutra. Los resultados no mostraron diferencias significativas entre condiciones emocionales a nivel conductual. A nivel neural se confirmó la presencia de los componentes P1p y P2a, que en estudios anteriores mostraron ser indicadores del nivel de atención exógena hacia el estímulo y de los componentes N1 y VAN, índices de percepción consciente del estímulo. No obstante, la amplitud de estos componentes no mostró efectos experimentales claros. Así, N1a (~130 ms) mostró un efecto significativo aunque débil (en términos de tamaño del efecto) de la interacción entre emoción y dominancia en la rivalidad que no se confirmó en las pruebas post-hoc. Se observó también un efecto principal de la emoción en los componentes VAN y P2a, asimismo débil y no confirmado en las pruebas post-hoc.

El tercer estudio (Experimento 3), en el que participaron 28 personas, exploró la atención endógena a estímulos emocionales dentro del paradigma RB, también en este caso tanto a un nivel conductual como neural. Para ello presentamos una tarea de discriminación de estímulos (animales u objetos) en dos formatos visuales: RB, en el que rivalizaban parejas de estímulos animales (positivos, negativos o neutros) vs objetos (neutros) y se registraba conductualmente la percepción consciente; y visión no rival (NR) donde se presentaban las mismas imágenes de animales y objetos sin discrepancia o rivalidad ocular (es decir, se presentaba la misma imagen en ambos ojos) y se registraba la tasa de error. Tanto en RB como en NR, la tarea consistió en indicar si se percibía un animal o un objeto. A nivel conductual, hipotetizamos que en el formato RB las imágenes emocionales -tanto positivas como negativas- ganarían dominancia en mayor medida que las neutras, mientras que en el formato NR mostrarían mayores tasas de error. A nivel neural, hipotetizamos que los componentes PRAD sensibles a la atención endógena, EPN (~250 ms) y LPP (~600 ms), y al contenido percibido conscientemente, VAN (130-320 ms), mostrarían mayores amplitudes ante los

estímulos emocionales respecto a los neutros. Los resultados revelaron un sesgo atencional (endógeno) hacia las imágenes positivas y, consiguientemente, una mayor probabilidad de acceso a la consciencia (mayor dominancia a nivel conductual), sesgo que se refleja también a nivel neural con mayores amplitudes en EPN, VAN (280 ms) y LPP (630 ms) en respuesta al contenido emocional positivo. La desviación de positividad (*positivity offset*), que se desencadena en situaciones de baja activación emocional, podría explicar este sesgo. En cambio, la estimulación negativa se asoció, a nivel conductual, con un menor índice de dominancia que la estimulación neutra, resultado que apunta a la supresión hacia las escenas negativas que, de forma preliminar, encontramos también en el Experimento 1 (con una tarea de atención exógena, en ese caso). Esta supresión cuenta también con valor adaptativo en determinadas situaciones.

Estos estudios, en conjunto, muestran una clara modulación de la atención endógena en el paradigma RB por parte del contenido emocional. Esta modulación reflejaría un proceso que se produciría en direcciones opuestas en función de la valencia emocional, la estimulación positiva incrementando los niveles de atención (y accediendo, consiguientemente, a la consciencia con mayor probabilidad) y la negativa inhibiéndolos (y haciendo menos probable su acceso a la consciencia). Por el contrario, la atención exógena no mostró una modulación robusta por parte de la estimulación emocional bajo el paradigma RB, al menos en el marco del diseño experimental empleado. No obstante, consideramos que esta cuestión merece ser explorada en el futuro. Por otra parte, esta tesis revela que los índices PRAD son una herramienta eficaz a la hora de detectar y cuantificar los sesgos atencionales en función del contenido emocional en el paradigma RB y, en consecuencia, resultan útiles para caracterizar el acceso a la consciencia de dicho contenido.

1. PRESENTACIÓN

La elaboración de esta tesis doctoral ha tenido como objetivo la aportación de datos que nos ayuden a comprender la naturaleza de la relación entre emoción, atención y percepción consciente. Para ello hemos explorado diversos índices conductuales y electroencefalográficos que, de manera objetiva, identifiquen la percepción consciente en el paradigma de la Rivalidad Binocular (RB) y su relación con los sesgos atencionales de la estimulación emocional que se han descrito en la literatura. Desde el inicio de esta tesis, en el marco de un contrato predoctoral de Formación de Personal Investigador del Ministerio de Economía y Competitividad, se han desarrollado 3 experimentos en dos países, España y Dinamarca, y los resultados obtenidos se han difundido a la comunidad científica a través de congresos nacionales e internacionales y publicaciones.

La percepción visual consciente se refiere a la experiencia subjetiva y fenomenológica de *estar viendo algo*. Permite que podamos hacer de la información visual algo nuestro y ponerla en relación con nuestra experiencia y con nuestros pensamientos, comunicarla o tomar decisiones sobre qué hacer ante lo que vemos. El campo visual de ambos ojos abarca una gran cantidad de estímulos visuales de diferente relevancia, y la gran limitación de los recursos cognitivos de los que el ser humano dispone ha llevado a la aparición y perpetuación evolutiva de herramientas cognitivas capaces de evaluar los estímulos del espacio visual y priorizar los más relevantes en cada momento, siendo la atención la más destacada de estas herramientas. De forma muy resumida, esta es la base de las teorías de la emoción que explican cómo los estímulos emocionales (positivos y negativos) son priorizados por nuestro sistema cognitivo sobre estímulos neutros, es decir, son atendidos preferentemente, memorizados con mayor facilidad o cuentan con preferencia en el acceso a la percepción consciente.

La experiencia subjetiva intrínseca a la experiencia consciente trae consigo dificultades metodológicas a la hora de registrarla o medirla. Diversos paradigmas experimentales, cada uno con sus ventajas y limitaciones, permiten explorar el procesamiento consciente en oposición al procesamiento inconsciente. Entre ellos destaca el paradigma de Rivalidad Binocular (RB), mediante el cual se estimula cada ojo con imágenes incompatibles (desiguales y sin posibilidad de fusión para formar estereopsis) entre sí, y sólo se percibe conscientemente una de las dos imágenes.

Esta tesis ha explorado, mediante el paradigma de RB, los sesgos atencionales relacionados con el contenido emocional de los estímulos y su efecto en la percepción

consciente. De esta manera, reúne una revisión de la literatura previa (Introducción), un estudio conductual (Experimento 1) y dos que combinan medidas conductuales y electrofisiológicas (Experimento 2 y Experimento 3), una Discusión General sobre el conjunto de los resultados obtenidos y un apartado final dedicado a las Conclusiones.

Este trabajo se ha financiado con un contrato predoctoral del Ministerio de Economía y Competitividad (BES-2012-053492) y los proyectos PSI2011-26314 y PGC2018-093570-B-I00 del Ministerio de Ciencia e Innovación.

2. INTRODUCCIÓN

Los procesos atencionales juegan un papel fundamental a la hora de determinar qué parte de la información que nos rodea alcanza la consciencia y cuál no. Buenos ejemplos que, desde el campo experimental, ilustran este hecho son los estudios sobre ceguera atencional, como el bien conocido experimento del gorila invisible (Simons y Chabris, 1999). En ellos queda patente cómo la parte de la escena visual que queda fuera del foco atencional no alcanza la consciencia. La experiencia consciente puede por tanto entenderse como un índice de atención que, como también veremos a continuación, puede explorarse a través de señales conductuales y neurales.

2.1. PERCEPCIÓN CONSCIENTE Y EL PARADIGMA DE RIVALIDAD BINOCULAR

La consciencia perceptiva (*perceptual consciousness*) o percepción consciente se refiere a la representación mental y experiencia subjetiva de eventos neurales de origen interno o externo (Zeman y cols., 1997; Baars, 2005). Es decir, el mundo a nuestro alrededor tal y como lo vemos, oímos, olemos, etcétera. En el caso de la percepción consciente visual, el estudio de lo que fenomenológicamente vemos se vale de distintos paradigmas experimentales para contrastar hipótesis relacionadas con la experiencia subjetiva de ver. De forma mayoritaria, estos paradigmas recogen medidas subjetivas en forma de respuestas sobre la experiencia visual y, en menor medida, también pueden recoger medidas objetivas extraídas de inferencias estadísticas cuando la tarea de los participantes consiste en la discriminación entre estímulos (Persuh, 2018).

Las tareas que se fundamentan en el registro subjetivo de la percepción consciente parten de la base de que cuando nuestro cerebro afronta la ambigüedad visual tiende a hacer una interpretación holística de una de las alternativas que se le presentan. Es el caso de las figuras multiestables (*multistable figures*): ofrecen varias interpretaciones que no se perciben al mismo tiempo y la percepción consciente se alterna entre las opciones que ofrece la imagen. Ejemplos conocidos, incluso fuera del ámbito científico, incluyen *My wife and my Mother in Law* (Boring, 1930), *The Vase-Face Illusion* (Rubin, 1915), o *The Necker Cube* (Necker, 1832) (Figura 2.1).

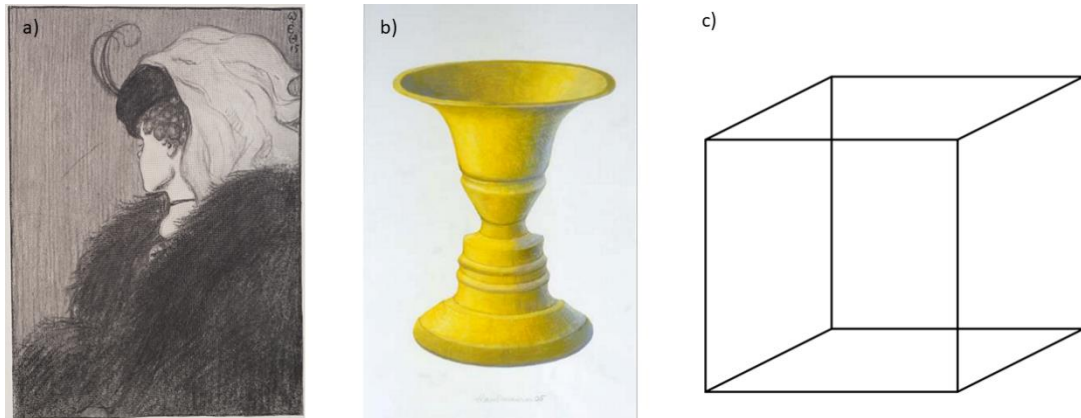


Figura 2.1 Ejemplos ampliamente conocidos de figuras multiestables. a) *My wife and my mother in law*, b) *The vase-face illusion* y c) *The Necker cube*

La Rivalidad Binocular (RB) es un paradigma experimental que se engloba en la familia de medidas subjetivas y se puede considerar una versión manipulada y extrema de las figuras multiestables. En concreto, se trata de la estimulación visual con imágenes distintas e incompatibles simultáneamente, una a cada ojo, con el resultado de la percepción consciente de solamente una de las imágenes (Blake, 2005) (Figura 2.2a). Este tipo de estimulación, donde no hay una congruencia de los estímulos presentados en los dos campos visuales, no permite una fusión de la información recibida desde ambas retinas y el resultado más frecuente es la percepción consciente de una de las imágenes con fluctuaciones entre ambas alternativas (Blake, 2005): Figura 2.2b. Específicamente, la caracterización de la RB incluye fases de dominancia y supresión de cada estímulo. En otras palabras, cuando se estimula con este paradigma, se comienza percibiendo uno de los estímulos, después de unos segundos cambia la percepción al otro estímulo, después vuelve a percibirse el primero, y así se va alternando la percepción consciente entre ambos estímulos. La duración de estas fases de dominancia y supresión sigue típicamente una distribución gamma (Brascamp y cols., 2005) y se caracteriza por momentos de i) estabilización, en la que se percibe una de las estimulaciones monoculares y se afianza su percepción consciente, ii) desestabilización, en la que esa percepción decae, y iii) cambio de percepción al otro estímulo (*reversal*). De manera menos frecuente, también se experimenta una fusión de ambas imágenes donde aparecen “trozos” de cada imagen a modo de parches (*piecemeal rivalry*; Wolfe, 1983). Típicamente, la tarea que cada participante tiene que realizar con este paradigma es informar de su experiencia visual en cada ensayo, es decir, qué imagen, de las dos que se presentan, está viendo en cada momento.

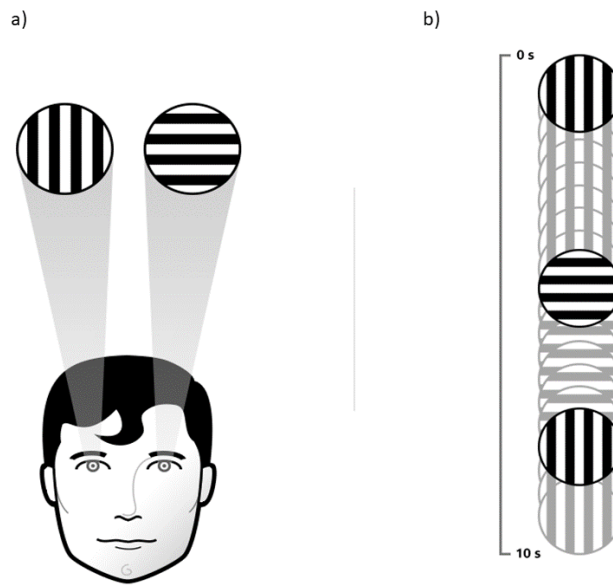


Figura 2.2 Ilustración esquemática de la estimulación con el paradigma de RB. a) Dos rejillas distintas e incompatibles se proyectan cada una a un ojo. b) Ilustración de la percepción consciente con fases alternantes en las que se ve uno u otro estímulo durante un lapso de tiempo de 10 segundos.

En esta tesis se utilizan los términos *dominancia* o *ganar dominancia* para designar la fase de estabilización del estímulo que se percibe conscientemente, *supresión* para la misma fase del estímulo que no se percibe conscientemente y *percepto* para designar la representación perceptiva del estímulo que ha ganado dominancia y por lo tanto accede a la consciencia.

Factores moduladores

Si bien la percepción consciente de un estímulo mientras se estimula con RB es independiente de la voluntad del sujeto (Alais, 2012), se sabe que hay características de los estímulos que aumentan su probabilidad para ser percibidos de manera consciente. Así, la RB se ve modulada por factores de *bajo nivel*, es decir, por las características físicas de las imágenes como la frecuencia espacial o la luminosidad (Alais y Blake, 2005), que tienen un efecto determinante a la hora de ganar la dominancia y por lo tanto de ser percibidos conscientemente. Estas propiedades que llevan a determinar con mayor probabilidad la percepción consciente de un estímulo sobre otro se denominan fuerza del estímulo (*stimulus strength*; Levelt, 1965). Además de estas características de bajo nivel, se han descrito otras de *alto nivel* de naturaleza afectiva o motivacional, donde estímulos con contenido emocional tienden a ser percibidos en mayor medida que los neutros cuando rivalizan entre sí o donde

estímulos que suponen una ganancia personal tienden a ser percibidos de manera preferente (véase el apartado 2.2.3).

RB continua y RB intermitente

Para acomodar el paradigma RB a diferentes objetivos experimentales, se ha manipulado la forma de estimulación. Si bien la misma definición del paradigma asume que la estimulación constante e ininterrumpida durante varios segundos (incluso minutos) da lugar a la alternancia de la percepción consciente entre las dos posibilidades estimulares (RB continua), también es posible la estimulación en forma de ensayos de corta duración ($< 1s$; RB intermitente) (Pitts y Britz, 2011). La primera modalidad suele incluir como variable dependiente el lapso temporal entre los cambios de percepción consciente de un percepto a otro, mientras que la segunda (la modalidad intermitente), al consistir en ensayos breves, no suele dar cabida a cambios de un percepto al otro, y suele emplear como variable dependiente qué estímulo ha sido percibido conscientemente en primer, y normalmente único, lugar. Además, la RB intermitente permite explorar la fase de estabilización: si una misma pareja de estímulos se presenta de manera repetida con intervalos entre ensayos superiores a 400 ms, tiende a mantenerse el mismo estímulo en la percepción consciente. Este efecto se debe a una huella de memoria perceptiva que se mantiene durante segundos (Leopold y cols., 2002).

2.1.1. Correlatos neuroanatómicos

En primates, y particularmente en humanos, dada la posición frontal de ambos ojos, la visión binocular típica comienza por la estimulación de las dos retinas con imágenes similares y compatibles procedentes de los campos visuales de ambos ojos. Esta estimulación recorre las vías visuales para construir la percepción de una sola imagen coherente. En cambio, en el caso de la estimulación con el paradigma de RB esto no es posible. No se puede construir una imagen coherente a partir de las dos imágenes incompatibles que se sitúan en los campos visuales de los dos ojos, lo cual desemboca en la percepción consciente de solamente una de ellas. La combinación del paradigma con distintos índices neurales permite mapear los correlatos neurales de la consciencia en las vías visuales y el procesamiento jerárquico posterior desde el núcleo geniculado lateral del tálamo hasta la corteza frontal pasando por las cortezas visuales primarias y secundarias.

Núcleo geniculado lateral del tálamo. La actividad en este núcleo se ha registrado mediante resonancia magnética funcional (fMRI) mientras se estimulaba a los participantes con patrones geométricos de diferente color y orientación, uno por cada ojo (Haynes,

Deichmann y Rees, 2005; Wunderlich, Schneider y Kastner, 2005). La actividad de las capas en el núcleo geniculado que correspondían al ojo en el que se percibía el estímulo dominante en ese momento aumentó, y disminuyó cuando se suprimió. Esta es la primera estructura en la vía visual en la que se ha encontrado una modulación de la actividad en concordancia con las etapas de dominancia y supresión.

Corteza Visual. La corteza visual primaria (V1) muestra patrones distintivos de actividad de acuerdo con las etapas de dominancia-supresión, como se ha demostrado con diferentes métodos de registro de actividad cerebral al mismo tiempo que se estimulaba a la muestra experimental con dos rejillas incompatibles, una para cada ojo. Específicamente, en el caso de registros de actividad cerebral con fMRI, esto se observó consistentemente mientras i) se estimulaba con dos rejillas rivales que diferían en contraste (Polonsky y cols., 2000; Zhang y cols., 2011), ii) se estimulaba con dos rejillas rivales que diferían en color y orientación (Haynes y cols., 2005; Tong y Engel, 2001) y iii) se estimulaba con dos rejillas ortogonales que diferían en color y rotaban (Haynes y Rees, 2005).

También se han observado cambios de actividad en V2 V3, V3a y V4v con fMRI (Polonsky y cols., 2000) y en V4 a través del registro de neuronas individuales *in vivo* en monos (Leopold y Logothetis, 1996). Este último estudio de registro *in vivo* en V4 mostró que las neuronas cambian su velocidad de disparo en relación con la fase de supresión, y no con la de dominancia. En cambio, en V5 alrededor de la mitad de las neuronas cambian su actividad con la fase de dominancia y la otra mitad con la fase de supresión, como se ha visto en el registro de neuronas individuales en monos (Logothetis y Schall, 1989). De estos estudios se desprende que las diferencias de actividad entre las áreas corticales tempranas del procesamiento visual (V1-V3) y las más tardías (V4 y V5) se debe a que la rivalidad se da entre representaciones visuales de los estímulos y no entre neuronas monoculares, puesto que todas ellas reciben inputs visuales (Leopold y Logothetis, 1996).

Lóbulo temporal. El área fusiforme de reconocimiento de caras, área que responde selectivamente a caras humanas, y el giro parahipocampal, que responde preferentemente a estímulos relacionados con lugares, también muestran actividad distintiva en las fases de dominancia y supresión cuando se estimula con parejas formadas por una cara y una casa. La primera, el área fusiforme de reconocimiento de caras, incrementa su actividad cuando la cara gana dominancia y la casa se inhibe, y disminuye su actividad cuando la dominancia e inhibición se invierten. El patrón es inverso en el caso de la segunda área, el giro parahipocampal: la actividad incrementa cuando el estímulo dominante es la casa y disminuye cuando el dominante es la cara (Tong y cols., 1998; Williams y cols., 2004). Igualmente, la

amígdala también incrementa su respuesta cuando se estimula con una cara emocional (mostrando miedo o alegría) que se empareja con una casa, en comparación con cuando la cara emparejada con la casa tiene un carácter neutro (Williams y cols., 2004; Lerner y cols., 2012).

Corteza frontoparietal. Lumer, Friston y Rees (1998) registraron la actividad cerebral mediante fMRI mientras presentaban una cara en un ojo y una rejilla en el otro y compararon las áreas activadas en las fases de supresión-dominancia con las áreas activadas en una condición de no rivalidad. La activación de las áreas en las regiones frontoparietales (específicamente el área de Brodmann 19 y las áreas parietal e inferior frontal del hemisferio derecho) está relacionada solo con las transiciones perceptivas durante la rivalidad. Permanece en debate si la activación de estas áreas es la causante de esos cambios perceptivos en una tarea de RB (Sterzer y Kleinschmidt, 2007), o si su activación es una consecuencia de la ejecución de la tarea (Frässle y cols., 2014).

2.1.2. Correlatos temporales

Los experimentos que han combinado RB con registros electro- o magnetoencefalográficos (EEG/MEG), técnicas que permiten una excelente resolución temporal, aportan datos clave sobre los correlatos temporales de percepción consciente en este paradigma. Algunos de estos estudios se centran en la respuesta neural ante la transición de rivalidad a no rivalidad. Kaernbach y colaboradores (1999) presentaron dos rejillas con orientación incompatible (estimulación rival) y seguidamente una de esas dos rejillas se presentaba a ambos ojos (estimulación no rival). Así, la percepción subjetiva del sujeto ante la transición de la estimulación rival a la no rival podía variar (la rejilla presentada de forma no rival no coincidía con la rejilla que había ganado dominancia en el ensayo no rival) o no (la rejilla del segundo ensayo sí coincidía con la dominante en el ensayo rival). Cuando la transición de estimulación rival a no rival no suponía un cambio de percepto, las amplitudes de ciertos componentes de los potenciales relacionados con acontecimientos discretos (PRAD), en particular N1 (238 ms desde la presentación del estímulo) y P3 (400 ms), eran más tenues que cuando sí suponía un cambio en el percepto, lo que se interpretó como marcadores de percepción consciente. Variaciones de este diseño en el que se presentan ensayos rivales seguidos de no rivales con rejillas incompatibles en orientación (Roeber y Schröger, 2004; Roeber y cols., 2008) o en color (Veser y cols., 2008) también han mostrado diferencias en P1 (100 ms: Roeber y cols., 2008; Veser y cols., 2008) y en N1 (150 ms: Veser y cols., 2008) con amplitudes más acentuadas en los ensayos que suponían un cambio en la percepción consciente en comparación con los

ensayos que no suponían este cambio.

Sandberg y colaboradores (2014) utilizaron una tarea de RB intermitente y presentaron parejas rivales cara-cara mientras registraban actividad MEG. Estos autores encontraron que la percepción consciente correlacionaba principalmente con actividad occipital en la ventana temporal entre 150 y 270 ms. Esta ventana de tiempo se corresponde con la latencia del componente N1 descrito anteriormente y con la actividad denominada *Visual Awareness Negativity* (VAN). El VAN, componente de los PRAD que aparece entre 150-320 ms, se ha descrito en diversos estudios como correlato de percepción consciente en distintos paradigmas experimentales (p. ej., Ojanen y cols., 2003; Koivisto y Revonsuo, 2003; Wilenius-Emet y cols., 2004).

En resumen, las ventanas de tiempo que han mostrado efectos significativos relacionados con la percepción consciente con el paradigma de RB son: i) en el componente que alcanza una amplitud máxima 100 ms después de la presentación del estímulo (P1), ii) en la actividad posterior que aparece entre 150-320 ms después de la presentación del estímulo (N1, VAN) (Kaernbach y cols., 1999; Sandberg y cols., 2014) y iii) en un componente positivo tardío (P3, en ocasiones denominado *late positivity* o LP).

2.1.3. Rivalidad binocular y atención

Los estudios que han examinado la relación de RB con la atención establecen una estrecha relación entre la dirección de los recursos atencionales y el percepto consciente resultante. La atención es un proceso cognitivo que funciona como filtro de la información disponible en el entorno para seleccionar la que será procesada de forma jerárquica por procesos cognitivos subsiguientes. Una forma de clasificar la atención distingue la modalidad que se dirige de manera voluntaria (atención endógena o de arriba abajo) y la que se dirige de manera automática (atención exógena, automática o de abajo a arriba) (p. ej., Corbetta y Shulman, 2002). Ambos tipos responden a mecanismos distintos para dirigir la atención: mientras que la modalidad endógena se refiere a la dirección voluntaria de la atención hacia aquello que la persona selecciona en un preciso momento (p. ej., la lectura de un libro), la modalidad exógena se refiere a mecanismos automáticos, rápidos e involuntarios que reorientan la atención hacia aquello que podría ser importante pero está inicialmente fuera del foco atencional (p. ej., la reorientación hacia una sirena que comienza a sonar abruptamente).

El modelo anatómico propuesto por Corbetta y Shulman (Corbetta y Shulman, 2002; Corbetta y cols., 2008) distingue dos redes que median en estos dos sistemas atencionales. El sistema dorsal, formado por áreas occipitales visuales y regiones frontoparietales,

específicamente los campos oculares frontales y el surco interparietal, se ocuparía de la planificación y ejecución de la reorientación motora (de ojos y extremidades) hacia el estímulo que captura la atención. Por otra parte, la red ventral, formada por la ínsula /giro frontal inferior y la unión temporoparietal, tendría como función principal el cambio de los procesos dirigidos endógenamente a los dirigidos exógenamente. Así, según el modelo de estos autores, la atención endógena se apoyaría principalmente en la red dorsal, mientras que la atención exógena activaría estructuras de ambos sistemas, reclutando a la red ventral para cambiar el foco atencional desde el proceso endógeno hacia el exógeno.

Ambos tipos de atención podrían estar mediando en el acceso inicial del percepto a la consciencia (Ooi y He, 1999; Mitchell y cols., 2004; Chong y Blake, 2006; Hancock y Andrews, 2007) y en el mantenimiento (Ooi y He, 1999; Hancock y Andrews, 2007) de un percepto sobre el otro en una situación de RB. Ooi y He (1999) describieron que la atención endógena y exógena influyen en las distintas fases de la RB. Estos investigadores, mediante la combinación de tareas de atención endógena y exógena y estimulación de RB, descubrieron que la fase de estabilización de un percepto se alarga cuando la tarea implica que se dirija la atención hacia ese estímulo y que la probabilidad de que un estímulo obtenga la dominancia aumenta cuando se combina con una clave que atraiga la atención de manera automática. Mitchell y colaboradores (2004) comprobaron que la atención exógena influía sobre el primer percepto en la RB. Así, estos investigadores presentaron claves visuales en movimiento en uno de los estímulos, lo que aumentó un 30% la probabilidad de ser informados como percibidos en comparación con el estímulo rival. Chong y Blake (2006) también encontraron que tanto la atención exógena como la endógena modulaban el percepto en RB. Para manipular la atención exógena utilizaron la misma estrategia que Mitchell y colaboradores (2004), pero en este caso los estímulos consistían en rejillas con diferente orientación y a una de ellas le modificaban el contraste para atraer la atención. Estas rejillas modificadas mostraron una tasa de dominancia mayor. En el caso de la atención endógena, las instrucciones pedían centrar la atención en uno de los dos estímulos rivales, lo que también supuso una ventaja a la hora de ser percibidos conscientemente.

Aún más lejos, Zhang y colaboradores (2011) defienden que la atención es necesaria para que la RB se produzca. Estos autores aprovecharon la técnica *steady-state visual evoked potentials* (SSVEP) y presentaron rítmicamente a distintas frecuencias cada uno de los estímulos para rastrear y diferenciar la actividad cerebral vinculada a cada ojo. Combinaron esta estimulación con dos condiciones: una que requería atención a los estímulos y otra que no. Así, observaron que cuando la tarea requería atender a los estímulos, la amplitud de SSVEP

correspondiente a la frecuencia a las que se presentaba cada estímulo variaba en función de si ganaba dominancia uno u otro estímulo. Sin embargo, cuando la atención no era necesaria las señales oscilaban de manera aleatoria, actividad más parecida a la que se encuentra en la visión normal.

Li y colaboradores (2017) proponen un modelo explicativo de la RB en el que los estímulos rivales compiten por los recursos atencionales, combinado con un sistema de inhibición mutua entre las poblaciones de neuronas que reciben información monocular en la corteza visual. Así, según estos autores, la atención juega un papel amplificador en la competición sensorial y estaría mediando en los cambios de percepto lentos, mientras que las inhibiciones mutuas entre neuronas monoculares mediarían en los cambios de percepto rápidos.

Como se adelantó brevemente en el apartado 2.1 de la Introducción, la carga emocional del estímulo se ha propuesto como uno de los factores de alto nivel que, por su capacidad para modular la atención, pueden sesgar el percepto consciente en RB. Esta tesis pretende explorar este asunto experimentalmente. A continuación se introduce esta cuestión recordando algunos conceptos relevantes y describiendo la literatura previa relacionada con este tema.

2.2. EMOCIÓN, ATENCIÓN Y RIVALIDAD BINOCULAR

2.2.1. Emoción: conceptos relevantes para la tesis

La emoción es un proceso adaptativo que permite procesar y responder rápidamente a los estímulos relevantes. El estudio de la emoción se ha abordado desde distintos enfoques teóricos y específicamente el enfoque dimensional de la emoción, que es el que adoptaremos aquí, permite situar a los estímulos emocionales en torno a dos ejes: valencia (de muy positiva a muy negativa) y activación (de muy relajante a muy activante). Este enfoque bidimensional propuesto por Russel (1979) colocaría a todos y cada uno de los estímulos emocionales en algún punto del plano formado por ambas dimensiones. En concreto, los estímulos emocionales tienden a distribuirse en dicho plano de forma triangular o de bumerán, de tal manera que los estímulos evaluados como muy positivos o muy negativos suelen ser también altamente activantes (Lang y cols., 1997). En el contexto experimental, el control de estas dos dimensiones emocionales es de vital importancia para una correcta interpretación de los resultados. De esta manera, si un estudio solamente emplea estímulos negativos y neutros, y encuentra diferencias en las respuestas neurales o conductuales que ambos estímulos

provocan, será difícil interpretar si estas diferencias se deben a la valencia o a la activación

Uno de los mecanismos que permiten este procesamiento/respuesta rápidos ante estímulos emocionales antes mencionado es su interacción con la cognición de manera que ambos constructos se modulan entre sí. Así, se acepta de manera generalizada que la información emocional modula los procesos cognitivos como la atención (Carretié, 2014), la memoria (LaBar y Cabeza, 2006) o el lenguaje (Citron, 2012). La interacción entre atención y emoción es especialmente relevante en el marco de la RB ya que, como se ha explicado en el apartado anterior, la primera constituye un proceso clave a la hora de percibir de manera consciente uno de los estímulos rivales (Zhang y cols., 2011; Li y cols., 2017). Además, diversos estudios previos han demostrado que tanto la atención endógena como la atención exógena se pueden modular por la valencia y la activación de los estímulos, como veremos a continuación.

2.2.2. Emoción y atención: datos neurales y conductuales

Emoción y atención endógena

Las tareas más empleadas para evaluar el sesgo emocional en la atención endógena son la visualización pasiva de imágenes y las tareas de categorización, donde el participante tiene que categorizar imágenes con distintos contenidos emocionales (p. ej., Ferrari y cols., 2008). El sesgo emocional en este caso se manifiesta en tiempos de reacción más cortos y tasas de error más bajas para estímulos negativos en comparación con estímulos positivos cuando la valencia de los estímulos es relevante para la tarea, como cuando se pide indicar si el estímulo es agradable o desagradable (p. ej., Hajcak, Moser y Simons, 2006), pero el rendimiento empeora para los estímulos negativos en comparación con positivos o neutros cuando la valencia de los estímulos no es relevante para la tarea, como cuando se pide categorizar el estímulo como natural o artificial (p. ej., De Cesare y Codispoti, 2006), reflejando un proceso de supresión o de interferencia atencional por parte del contenido negativo (Hajcak y cols., 2006).

A nivel neural, los PRAD se utilizan como un índice cerebral para estudiar los procesos cognitivos y emocionales y cuentan, como se ha indicado, con una gran resolución temporal. Dos componentes de los PRAD, la Negatividad Posterior Temprana (EPN, en sus siglas en inglés, con un pico de alrededor de 250 ms) y el Potencial Positivo Tardío (LPP, en sus siglas en inglés, con un pico de alrededor de 600 ms), están especialmente modulados por el contenido emocional de los estímulos en tareas de atención endógena (p. ej., Schupp y cols., 2006; Wiens y cols., 2011). El primero, también identificado con el nombre N2, y con

distribución temporo-occipital, se ha descrito con amplitudes máximas para el contenido emocional negativo (Carretié y cols., 2007; Kayser y cols., 2016; Lu y cols., 2017), positivo (Amrhein y cols., 2004; Cuthbert y cols., 2000) o, más raramente, conjunto (Keil y cols., 2001). El componente LPP, con distribución topográfica central, además de manifestar mayores amplitudes en respuesta a estímulos negativos (Feng y cols., 2014; Mairon y cols., 2020; Weinberg y Hajcak, 2011) o positivos (Bublitzky y Schupp, 2012; Delplanque y cols., 2004; Leite y cols., 2012) en comparación con los neutros, refleja frecuentemente una modulación sensible a la activación de los estímulos, como han descrito algunos estudios (Hajcak y cols., 2012; Hajcak y Foti, 2020; Lu y cols., 2017; Rozenkrants y Polich, 2008). Así, el impacto de la valencia y la activación en el curso temporal del PRAD tiende a ser inversa, es decir, la valencia muestra una influencia máxima temprana (anterior a los 300 ms) y la activación, contrariamente, muestra su mayor influencia tardíamente (posterior a los 300 ms). Ambos componentes presentan mayores amplitudes para las señales relativas a los estímulos emocionales.

A modo de resumen, la relación entre emoción y atención endógena se muestra de forma contundente en índices neurales cuando los estímulos son activantes (de valencia negativa y positiva), mientras que a nivel conductual se manifiesta únicamente cuando los estímulos tienen una valencia negativa (en ocasiones denominado sesgo de negatividad; Cacioppo y cols., 2014).

Emoción y atención exógena

La valencia y la activación de los estímulos también muestran un efecto modulador de la atención exógena. Las tareas que implican a esta modalidad atencional suelen utilizar los estímulos emocionales a modo de distractores que aparecen cuando el sujeto está realizando una tarea sin carga emocional. Este paradigma, conocido como CDTD (*concurrent but distinct target-distracter*) por sus siglas en inglés, consiste en la aparición simultánea de un estímulo diana sobre el cual el participante tiene que responder y un estímulo distractor (Carretié, 2014). La manipulación de la valencia de los distractores ha revelado cómo la captura atencional por parte de los distractores emocionales, bien negativos (por ej., Carboni y cols., 2017; Ruiz-Padial y Mercado, 2021) o positivos (Pool y cols., 2016; Senwald y cols., 2016), cuando el estímulo diana es neutro, se traduce a nivel conductual en mayores tiempos de reacción y mayor número de errores en comparación con los ensayos en los que los distractores son neutros (véase Carretié, 2014 para una extensa revisión). A nivel neural, los estudios de PRAD que han combinado tareas CDTD con distractores emocionales han

encontrado diferencias entre condiciones emocionales en diferentes latencias. En latencias tempranas, aproximadamente a los 100 ms después de la aparición del estímulo, el componente P1 en localizaciones posteriores (P1p) muestra diferencias en su amplitud ligadas a la valencia del estímulo, de tal manera que los estímulos negativos tienden a provocar mayores amplitudes que los neutros (Carretié y cols., 2004; 2009). Más tardíos, los componentes P2a (Carretié y cols., 2011; 2012; Ruiz-Padial y Mercado, 2021), con latencia sobre los 180-200 ms, y N2 (López-Martín y cols., 2013), con latencia entre 200 - 250 ms, muestran tener mayores amplitudes para las condiciones emocionales que para las neutras. En concreto, el P2a exhibe mayores amplitudes en relación con los distractores negativos (Carretié y cols., 2011; Carretié, Kessel, y cols., 2013; Carretié y Ruiz-Padial, 2016; Ruiz-Padial y Mercado, 2021), con los positivos (Feng y cols., 2012) o ambos (Carretié y cols., 2004, 2005). Por su parte, el N2 también manifiesta una amplitud mayor en respuesta a estímulos negativos (Buodo y cols., 2010; Carretié y cols., 2017; Mendoza-Medialdea y Ruiz-Padial, 2021, 2022; Ruiz-Padial y Mercado, 2021), positivos (Feng y cols., 2012; Kosonogov y cols., 2019), o ambos (Carboni y cols., 2017; López-Martín y cols., 2013). En latencias posteriores, el componente LPP también ha mostrado sensibilidad a la activación, puesto que los distractores emocionales producen mayor amplitud (Nordström y Wiens, 2014; Wiens y cols., 2011), aunque permanece en discusión si la naturaleza de la atención que se manifiesta en esa modulación es exógena o endógena, ya que los estudios que describen esta modulación emocional presentan los distractores en el punto de fijación.

En conclusión, la emoción tiene un papel modulador de la atención exógena con traducción conductual y neural. A nivel conductual, los distractores emocionales capturan de manera más efectiva el foco atencional y provocan más errores y mayores tiempos de reacción en las tareas CDTD. A nivel neural, se observan mayores amplitudes en componentes tempranos (<300 ms) relacionados con la captura atencional por parte de los distractores emocionales.

2.2.3. Emoción, atención y rivalidad binocular: datos conductuales

Los estudios en los que se ha empleado el paradigma de RB con estímulos emocionales han tendido de forma recurrente al emparejamiento de un estímulo neutro con uno emocional, positivo o negativo. Si los estímulos emocionales tienen una preferencia para ser percibidos conscientemente, entonces: i) el estímulo emocional ganará dominancia en primer lugar y por lo tanto será el primero en ser reportado por el participante; y ii) el estímulo emocional se mantendrá más tiempo percibido conscientemente que el neutro al sumar todos los periodos

de dominancia. Estos estudios han utilizado estímulos visuales variados, aunque la combinación de parejas patrón geométrico vs patrón geométrico (uno de ellos asociado previamente a un estímulo emocional, es decir, condicionado), cara neutra vs cara emocional y cara neutra/emocional vs casa son las combinaciones más habituales. Estos estudios han encontrado un sesgo perceptivo hacia los estímulos emocionales en comparación con los estímulos neutros, ya que los primeros se percibieron conscientemente de manera preferente, bien como percibidos en primer lugar, bien en términos de mayor tiempo total percibidos conscientemente, o en ambos parámetros.

El tipo de tarea empleada en estos estudios puede provocar atención endógena o exógena. En el primer caso se pregunta directamente al participante sobre el percepto, es decir, se le pide que indique qué estímulo está viendo. En el caso de la atención exógena, se instruye al participante a informar sobre la percepción de otros elementos de carácter neutro que se superponen a la imagen emocional o neutra (p.ej., indicar la orientación de una rejilla superpuesta a la imagen). En este caso, las imágenes emocionales o neutras que aparecen de fondo no son relevantes para tarea (distractores). Esta distinción es importante, pues los mecanismos neurales implicados en cada tipo de atención son diferentes, como se ha indicado. Es importante puntualizar, no obstante, que se produce un sesgo en la RB hacia las imágenes emocionales en ambos casos, tanto cuando la tarea es de atención exógena como endógena, como veremos a continuación.

Emoción y RB: Atención endógena

Alpers y colaboradores (2005) utilizaron el condicionamiento con un choque eléctrico para dotar de valencia emocional negativa a una rejilla (patrón geométrico) en principio de carácter neutro. Así, utilizaron esta rejilla condicionada como estímulo emocional y la emparejaron con otra rejilla no condicionada (neutra). Los dos experimentos realizados por estos autores mostraron que las rejillas condicionadas dominaron, es decir, fueron percibidas conscientemente de manera preferente, sobre las imágenes neutras durante la RB, ya que los sujetos informaron que las veían en primer lugar y, además, acumulaban más tiempo percibidas conscientemente. Wilbertz y colaboradores (2014) también utilizaron el condicionamiento, en este caso la recompensa y el castigo, para dotar de significado dos rejillas ortogonales. Estos investigadores presentaron dos rejillas ortogonales, una azul y una roja, una a cada ojo, y una de ellas se recompensaba o castigaba, según la condición, cuando el participante informaba de estar viéndola. Las percepciones recompensadas se vieron por períodos de tiempo más prolongados que las no recompensadas, y las castigadas por tiempos

más cortos que las no castigadas, un resultado que va en dirección opuesta al descrito por Alpers y colaboradores (2005), pero que en cualquier caso señala un sesgo hacia los estímulos condicionados positiva o negativamente.

Alpers y Pauli (2006) combinaron una imagen de una escena emocional positiva (ej., una pareja abrazándose) o negativa (ej., cucarachas) con una neutra (ej., un hombre con una expresión neutra). Las imágenes emocionales, tanto positivas como negativas, predominaron significativamente sobre las imágenes neutras, tanto con respecto a convertirse en el primer percepto, como al tiempo total acumulado percibidas conscientemente. En 2007, Alpers y Gerdes emparejaron imágenes de expresiones faciales emocionales que rivalizaban con expresiones faciales neutras y encontraron resultados similares. En un primer experimento emparejaron cuatro expresiones faciales diferentes (de ira, miedo, sorpresa y alegría) con fotografías de caras con una expresión neutra. En el segundo experimento, presentaron dibujos esquemáticos de expresiones faciales para evitar la influencia de características físicas irrelevantes. Los dos experimentos demostraron que las expresiones faciales emocionales (con independencia de su valencia) predominaron sobre las expresiones neutras como percepción inicial y además acumularon mayor tiempo de percepción consciente. Por su parte, Bannerman y colaboradores (2008, experimentos 2 y 3) emparejaron caras emocionales de miedo y alegría con caras neutras y repitieron el experimento invirtiendo los estímulos (las caras se presentaban boca abajo) a modo de experimento control. Estos investigadores no analizaron el percepto inicial de los ensayos, pero encontraron que las caras emocionales tanto de alegría como de ira eran dominantes durante períodos más largos de tiempo cuando las imágenes estaban en su orientación natural y no cuando estaban en posición invertida. Por último, Ritchie, Bannerman y Sahraie (2012) exploraron el efecto de la rivalidad cuando los estímulos se presentan en la periferia del campo visual. Presentaron parejas rivales de caras (neutra o de miedo) y casas. Estos estímulos se mostraban con distintas excentricidades: fovealmente (0°) y en la periferia (1° y 4°), con la intención de imitar una situación de amenaza real -donde ésta suele aparecer en la periferia en el primer lugar-. Descubrieron que las caras, especialmente las de miedo, se percibían conscientemente durante períodos de tiempo más largos en todas las excentricidades.

Emoción y RB: Atención exógena

Alpers y Gerdes (2007, experimento 3) emparejaron caras que presentaban una expresión emocional (de enfado, miedo, sorpresa, alegría y una neutra) y superpusieron una rejilla en el centro de cada una de las caras. Las rejillas eran incompatibles (no fusionables) y los

participantes tenían que informar de la orientación de las rejillas, por lo que las caras emocionales y neutras actuaban como distractores. Estos investigadores encontraron que las rejillas sobre expresiones faciales emocionales, con independencia de su valencia, predominaron en comparación con las rejillas sobre expresiones neutras como percepción inicial y acumularon mayor tiempo en percepción consciente. En la misma línea, Bannerman y colaboradores (2008, experimento 1) posicionaron rejillas sobre caras emocionales (de alegría y de miedo) y sobre caras neutras. Así, en este estudio los estímulos consistían en parejas de estímulos emocional-neutro y neutro-neutro y los participantes debían informar sobre la rejilla que veían. Los resultados mostraron que cuando la pareja era emocional-neutra los participantes informaban durante periodos de tiempo mayores de la rejilla posicionada sobre la imagen emocional, mientras que para los ensayos neutro-neutro no se encontraron diferencias para una u otra rejilla.

En resumen, los estudios que emplean RB con estímulos emocionales y neutros encuentran, en general, un sesgo de activación. Dicho sesgo se refleja en forma de prevalencia en consciencia de los estímulos emocionales (tanto positivos como negativos) durante más tiempo acumulado, en comparación con los neutros, a lo largo de ensayos prolongados. Este ha sido el caso tanto en los estudios de atención endógena como exógena y con estímulos de distinta naturaleza, como expresiones faciales, rejillas condicionadas o escenas (aunque véase Wilbertz y cols., 2014, descrito más arriba).

2.2.4. Emoción, atención y rivalidad binocular: datos neurales

La escasez de estudios sobre actividad cerebral que emplean RB con estímulos emocionales deja un gran vacío en relación con la definición de las bases neurales de esta relación. Debe indicarse que ningún estudio previo, hasta donde sabemos, ha explorado esta cuestión a través de los PRAD. Los dos estudios que exploran a través de fMRI el efecto de la emoción en la RB se centran exclusivamente en el papel de la amígdala en el procesamiento perceptivo consciente e inconsciente de los estímulos afectivos. Williams y colaboradores (2004) estimularon con parejas de imágenes rivales de cara (alegría, miedo, neutra) vs casa mientras registraban la actividad neural mediante fMRI. Este estudio reveló que la amígdala se activa cuando se estimula con caras con expresión de miedo independientemente de que se hayan percibido conscientemente o no. Lerner y colaboradores (2012) estimularon con parejas de caras (neutras o de miedo) vs casa con la misma técnica de registro neural que el anterior experimento y descubrieron que dos regiones de la amígdala se activaban de manera diferencial en función de si la cara de miedo había tenido acceso a percepción consciente. La región dorsal se activaba preferentemente cuando la cara de miedo se había hecho

consciente, mientras que la ventral lo hace cuando dicha cara emocional se había inhibido (es decir, no alcanzaba la conciencia). Queda por tanto pendiente explorar el papel del resto del cerebro en la modulación que la emoción ejerce sobre la RB, y especialmente en los mecanismos atencionales que subyacen a la RB, así como la latencia de los diversos procesos y otras cuestiones que describiremos en el siguiente apartado.

2.3. CUESTIONES ABIERTAS

A lo largo de la Introducción se han presentado los datos disponibles en la literatura científica relativos al paradigma de RB y su relación con la atención y la emoción. Los datos empíricos muestran que el acceso del percepto a la conciencia en la RB es estrechamente dependiente de los procesos atencionales de naturaleza endógena y exógena, y además es sensible a la activación emocional de los estímulos. Sin embargo, la relación entre esos tres conceptos (atención, emoción y RB) ha recibido escasa atención y existen importantes lagunas en la literatura previa.

Esta tesis plantea el estudio de los sesgos atencionales, tanto de naturaleza endógena como exógena, hacia la información emocional y su efecto en el acceso a la conciencia. Para ello, aportamos cuatro novedades a este campo de estudio escasamente explorado. En primer lugar, la presentación de escenas emocionales con un gran control de las características físicas de los estímulos. Los estudios revisados utilizan mayoritariamente expresiones faciales, y la ventaja de las caras con expresiones emocionales sobre otras expresiones faciales se podría deber a las propiedades físicas de las imágenes (p. ej., diferencias en frecuencia espacial) en lugar de a la valencia emocional (Hedger, Adams y Garner, 2015). Además, las caras (en comparación con otros tipos de contenido visual) activan circuitos neuronales específicos (p.ej., Hinojosa y cols., 2015), por lo que es recomendable explorar otros tipos de estimulación visual emocional que se procesen en áreas más “genéricas” de los circuitos cerebrales vinculados a la percepción. En segundo lugar, procederemos al registro de la actividad eléctrica cerebral, concretamente de PRAD, con el objetivo de describir la modulación cortical del sesgo emocional en RB. Este estudio nos permitirá contar con un índice objetivo de dominancia ocular. Para ello, se plantea inicialmente la estimulación por hemicampos: la información visual del hemicampo temporal izquierdo llega a la corteza primaria derecha, y la del hemicampo temporal derecho llega a la corteza primaria izquierda (Wurtz y Kyel, 2000). Esta particularidad abre la puerta a la manipulación de la estimulación en el paradigma de RB para controlar de manera precisa la información visual que llega a cada hemisferio cerebral.

Algunos componentes de los PRAD, como el N2pc, son sensibles a esta localización de la información visual, mostrando mayor amplitud en el hemisferio contralateral al hemicampo en el que se presenta la estimulación (p.ej., Luck, 2012). Así, se pueden comparar los PRAD de ambos hemisferios, que procesarán información con contenido emocional distinto (neutro frente a emocional), para detectar diferencias indicativas de sesgos en el procesamiento consciente de los estímulos emocionales. Los PRAD, debido a su máxima resolución temporal, permitirán además situar en el tiempo los distintos procesos. La tercera novedad es que los estudios empíricos de esta tesis permitirán diferenciar el efecto de la atención endógena del de la exógena. La atención endógena es la que media en la mayoría de los estudios publicados, por lo que no hay apenas evidencia sobre cómo los mecanismos de atención exógena con estímulos emocionales interactúan con la percepción consciente en este paradigma. Por último, y a diferencia de los estudios anteriores, esta tesis evitará la focalización de los análisis en una estructura en particular (la amígdala, como hemos indicado en la revisión previa), sino que explorará de forma amplia toda la actividad cerebral que la electroencefalografía es capaz de captar, atendiendo especialmente a las características temporales de dicha actividad.

3. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

1. Objetivo metodológico:

- 1.1. Validar el diseño experimental de RB intermitente con escenas emocionales tanto en lo que se refiere a la estimulación diferenciada por hemicampos como a la definición de una duración óptima de dicha estimulación, entre otras implementaciones metodológicas (Experimento 1).

2. Objetivos teóricos:

- 2.1. Explorar a nivel conductual (notificación de experiencia consciente) y neural (PRAD) el acceso a la percepción consciente de estímulos emocionales y neutros con diferente valencia y activación presentados como distractores en una tarea de atención exógena bajo el paradigma RB (Experimento 2).

Hipótesis:

H2.1.1. A nivel conductual esperamos un efecto de la activación emocional: las imágenes emocionales capturarán la atención exógena (mayores tiempos de reacción y/o número de errores en la tarea) y ganarán dominancia en mayor medida que las imágenes neutras (mayores tasas de dominancia para las imágenes emocionales en comparación con las imágenes neutras).

H2.1.2. A nivel neural esperamos un efecto de activación paralelo al conductual: los componentes PRAD sensibles a la atención exógena (picos tempranos <300 ms) y las ventanas de tiempo sensibles al contenido percibido conscientemente (P1, N2 y/o VAN) mostrarán mayor amplitud ante las condiciones emocionales que ante las neutras.

- 2.2. Explorar a nivel conductual (notificación de la experiencia consciente) y neural (PRAD) el acceso a la percepción consciente de estímulos emocionales y neutros con diferente valencia y activación presentados como dianas (targets) en una tarea de atención endógena presentada bajo el paradigma RB (Experimento 3).

Hipótesis:

H2.2.1. A nivel conductual esperamos un efecto de la activación emocional: las imágenes emocionales recibirán más atención endógena (menores tiempos de

reacción y/o número de errores en la tarea) y ganarán dominancia en mayor medida que las imágenes neutras (mayores tasas de dominancia para las imágenes emocionales en comparación con las imágenes neutras).

H2.2.2. A nivel neural esperamos un efecto de activación paralelo al conductual: los componentes PRAD sensibles a la estimulación emocional en tareas de atención endógena (el pico EPN a los 250 ms y el LPP a los 600 ms) y al contenido percibido conscientemente (P1, N2 y VAN) mostrarán mayor amplitud ante las condiciones emocionales que ante las neutras.

4. EXPERIMENTO 1 - ESTUDIO PILOTO

RIVALIDAD BINOCULAR DE ESCENAS EMOCIONALES: VALIDACIÓN EMPÍRICA DE LAS NOVEDADES IMPLEMENTADAS EN EL DISEÑO EXPERIMENTAL

Objetivo:

Validar el diseño experimental de RB intermitente con escenas emocionales tanto en lo que se refiere a la estimulación diferenciada por hemicampos como a la definición de una duración óptima de dicha estimulación, entre otras implementaciones metodológicas.

4.1 INTRODUCCIÓN

Para la consecución de los objetivos marcados en esta tesis, en concreto el objetivo 1, se llevó a cabo un experimento conductual de RB intermitente con estímulos emocionales. La modalidad de RB intermitente (en lugar de continua, que ha sido la más explorada: apartado 2.2.3) es necesaria para un estudio PRAD, puesto que el registro de esta señal electrofisiológica requiere un número relativamente alto de ensayos con un control preciso del momento en el que aparece el estímulo. El objetivo principal de este estudio piloto previo es comprobar empíricamente la idoneidad de algunas implementaciones novedosas en nuestro diseño del paradigma RB.

En primer lugar, dado que el formato de RB intermitente ha sido escasamente explorado empíricamente, es necesario definir la duración óptima del estímulo. Para ello, emplearemos y compararemos cuatro duraciones para los ensayos (100, 300, 600 y 1200 ms) con el objetivo de determinar la duración más idónea de cara a los Experimentos 2 y 3. En segundo lugar, exploraremos la idoneidad de utilizar escenas en lugar de expresiones faciales. El contenido en forma de escenas permite caracterizar la respuesta a estímulos emocionales sin que interfiera la respuesta diferencial que provoca la estimulación con caras (Carretié y cols., 2013), que además de contar con vías específicas de procesamiento (Carretié y cols., 2010), se valoran típicamente como menos activantes (Gerber y cols., 2008). Sin embargo, la estimulación con escenas presenta más variabilidad en las características de bajo nivel (como luminosidad o frecuencia espacial), por lo tanto, es necesario un estricto control de estos

parámetros para evitar que influyan en los posibles efectos observados (Hedger, Adams y Garner, 2015). En tercer lugar, las escenas emocionales se presentarán inicialmente en los hemisferios temporales de cada ojo (Figura 4.1). Esta manipulación nos brinda control sobre el procesamiento de la información en la corteza: la información visual del hemisferio temporal izquierdo llega a la corteza primaria derecha, y la del hemisferio temporal derecho llega a la corteza primaria izquierda (Hutchins y Corbett, 2002), y en caso de registro de componentes con distribución contralateral nos permitirá su análisis para detectar qué escena (a través del hemisferio en la que se mostró) está dominando. Dado que el índice neural en los Experimentos 2 y 3 serán los PRAD y ya se han descrito componentes EEG que son sensibles a la señal ocular de la que provienen (Luck, 2012), tenemos la posibilidad de diferenciar qué contenido (emocional o neutro) están recogiendo los electrodos y por lo tanto comparar las señales de ambos contenidos. En los hemisferios nasales se presenta la misma imagen a modo de puzle desordenado, que funciona de máscara con la que tendrán que rivalizar las imágenes coherentes por la percepción consciente (Figura 4.1). Por tanto, pretendemos comprobar si esta manipulación es compatible con la detección de efectos conductuales, como sí ocurre en estudios RB previos que no emplean esta implementación. Y, en cuarto lugar, se analizará el interés de incluir una categoría de valencia positiva además de la negativa y neutra comúnmente empleadas con el fin de diferenciar los efectos de valencia y activación.

La tarea elegida en este estudio piloto de carácter conductual es una tarea CDTD, comúnmente empleada en el estudio de la atención exógena, menos explorada que la endógena en el ámbito de la RB, como se ha indicado en el apartado 2.2.3. Por tanto, un objetivo adicional de este estudio piloto es obtener datos preliminares sobre la modulación de este tipo de atención, y su reflejo en la percepción consciente, por parte de la estimulación emocional. La tarea consistirá en indicar qué orientación presenta la pequeña línea superpuesta a las escenas emocionales y neutras (que actuarán como distractores): Figura 4.1. Como se ha detallado en la Introducción, diversos estudios previos han descrito un sesgo hacia los estímulos emocionales en el acceso a percepción consciente con el paradigma de RB (Alpers y Gerdes, 2007; Bannerman y cols., 2008). Estos estudios han utilizado en sus diseños experimentales principalmente la RB continua y describen conductualmente este sesgo como una tendencia a percibir conscientemente los estímulos emocionales durante periodos de tiempo acumulado más largos. Es decir, al sumar los periodos de tiempo que los participantes informan estar viendo uno u otro estímulo a lo largo de un ensayo, los emocionales acumulan tiempos mayores (p. ej., Bannerman y cols., 2008). En un diseño de RB intermitente y de atención exógena, la percepción consciente se operativiza cuantificando el número de

ensayos en los que se informa de haber percibido la rejilla superpuesta a cada categoría emocional. Nuestra hipótesis a este respecto es que cuando rivalizan escenas con contenido emocional (positivo o negativo) con imágenes neutras, las rejillas superpuestas a las primeras se informarán como vistas un número de ensayos significativamente mayor que las rejillas sobre el contenido neutro. Además, no esperamos encontrar diferencias en el caso de las respuestas relativas a las rejillas superpuestas a las imágenes neutras cuando rivalicen entre sí.

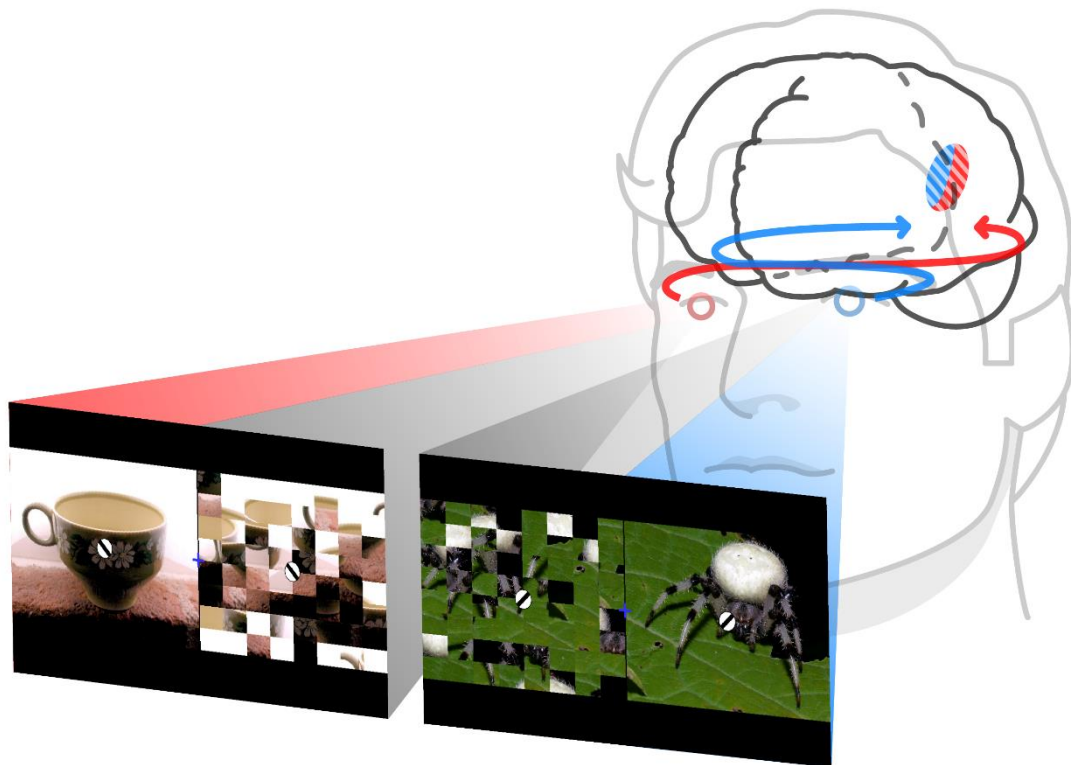


Figura 4.1 Esquema ilustrado de la presentación de imágenes. Las imágenes coherentes se presentan en los hemisferios temporales y se procesan en la corteza visual primaria contralateral. En los hemisferios nasales se presenta la misma imagen troceada en 64 piezas de igual tamaño descolocadas a modo de máscara.

4.2 MÉTODO

4.2.1 Participantes

Cuarenta y siete estudiantes de la Universidad Autónoma de Madrid participaron en este experimento, aunque únicamente se incluyeron en el análisis los datos de 39 participantes (33 mujeres; media de edad=19.66; DT=2.86, rango: 18 - 33) debido a problemas técnicos a la hora de la recogida de datos de 8 participantes. En todos los casos presentaron visión normal

o corregida y la participaron fue voluntaria después de un consentimiento informado y por escrito. El estudio contaba con la aprobación del Comité de Ética de la Universidad Autónoma de Madrid.

4.2.2 Estímulos y diseño experimental

Cada ensayo se componía de dos estímulos, uno para cada ojo. A su vez, cada estímulo se componía de dos imágenes, una coherente en el hemisferio temporal y una máscara visual que consistía en la misma imagen como puzzle de 64 piezas descolocadas en el hemisferio nasal. En el centro de cada imagen, tanto de la coherente como de la máscara, había un círculo cruzado diametralmente por una línea que se inclinaba hacia la derecha en la imagen de uno de los ojos, y hacia la izquierda en el otro ojo (Figura 4.2). El ángulo visual de presentación era el mismo para la imagen coherente como para el puzzle: 20.40° horizontal y 23.72° vertical; mientras que el ángulo visual del diámetro de las rejillas era de 1.83°. Todas las escenas utilizadas pertenecían a la base de imágenes emocionales EmoMadrid (Carretié, Tapia y cols., 2019). En concreto, se contó con cuatro grupos de 17 imágenes cada uno¹: dos grupos de imágenes de valencia emocional neutra (NeuControl y NeuExp), un grupo de imágenes de valencia positiva (Pos) y un grupo de imágenes de valencia negativa (Neg). En total se formaron 17 parejas de los grupos NeuControl– NeuExp (condición emocional Neutra), 17 parejas de NeuControl – Pos (condición emocional Positiva) y 17 parejas de NeuControl – Neg (condición emocional Negativa). Cada pareja se presentó en las dos localizaciones visuales posibles, es decir, imagen A en el ojo derecho e imagen B en el ojo izquierdo y viceversa, lo que supuso un total de 34 parejas por condición emocional (Neutra, Positiva y Negativa). La Figura 4.3 presenta de forma esquemática los ensayos de cada categoría emocional.

¹ **NeuControl:** EM8, EM14, EM15, EM22, EM42, EM44, EM45, EM53, EM54, EM55, EM84, EM87, EM105, EM133, EM157, EM158, EM172.

NeuExp: EM200, EM203, EM206, EM220, EM250, EM328, EM329, EM338, EM364, EM365, EM446, EM491, EM494, EM501, EM502, EM504, EM510.

Pos: EM146, EM190, EM208, EM228, EM279, EM369, EM387, EM408, EM413, EM431, EM436, EM445, EM453, EM471, EM472, EM480, EM590.

Neg: EM74, EM139, EM140, EM155, EM242, EM287, EM341, EM343, EM346, EM349, EM361, EM392, EM396, EM486, EM611, EM631, EM632.

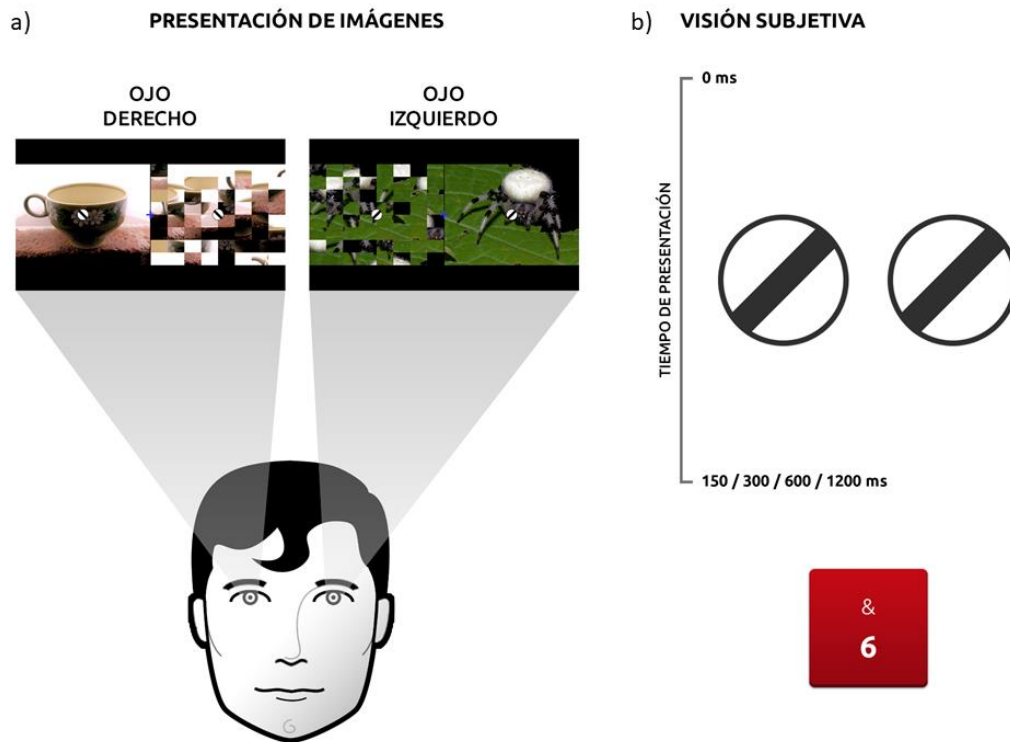


Figura 4.2 Esquema ilustrado de la tarea: a) cada ojo recibe la estimulación de una imagen real y su puzle, de tal manera que al estimular los dos ojos cada imagen real se superpone al puzle del otro ojo. Además, cada imagen y puzle llevan asociados un círculo con una línea inclinada hacia la derecha en un ojo y a la izquierda en el otro, b) las imágenes se presentan durante 150, 300, 600 o 1200 ms. La tarea del sujeto consiste en informar de la orientación de la línea de los círculos mediante un teclado.

Para garantizar que las imágenes seleccionadas se diferenciaban entre ellas en Valencia (excepto los dos grupos neutros, que deberían mostrar una valencia neutra equivalente) y Activación (excepto los dos grupos emocionales que deberían mostrar una activación similar) se llevó a cabo un análisis de la varianza de un factor (ANOVA) para Valencia y Activación sobre las puntuaciones del banco de imágenes EmoMadrid comparando los cuatro grupos de fotografías. La Tabla 4.1 recoge las medias y desviaciones típicas en estos parámetros y la Tabla 4.2 muestra todos los resultados de los ANOVAs. Los resultados mostraron efectos principales en las dos dimensiones emocionales, Valencia [$F(3, 64) = 357.457, p < 0.001, \eta^2_p = 0.944$] y Activación [$F(3, 64) = 58.803, p < 0.001, \eta^2_p = 0.734$]. Las comparaciones post-hoc (con corrección Bonferroni) mostraron que los dos grupos neutros no diferían en Valencia ni Activación ($p_s=1$), y los grupos de fotos positivas y negativas no diferían en Activación ($p=1$) pero sí en Valencia ($p < 0.001$). Además, para asegurar que la percepción subjetiva informada por el sujeto no se debiera a las variables físicas de los

estímulos, se llevó a cabo un ANOVA de un factor comparando los cuatro grupos de fotos en los siguientes parámetros: componente rojo, componente verde, componente azul, bandas de frecuencia espacial, luminancia, y peso (operativizado como la media de tono, saturación y brillo): Tablas 4.1 y 4.2. La tarea tenía un total de 408 ensayos (34 por condición emocional y duración, como se ha indicado) que se presentaron de manera aleatoria para cada sujeto precedidos de una pantalla con un punto de fijación entre estímulos de 1800 ms de duración.






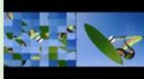






				150 ms	300 ms	600 ms	1200 ms
NeuControl		NeuExp		17	17	17	17
NeuExp		NeuControl		17	17	17	17
NeuControl		Pos		17	17	17	17
Pos		NeuControl		17	17	17	17
NeuControl		Neg		17	17	17	17
Neg		NeuControl		17	17	17	17

Figura 4.3 Esquema que muestra el número de ensayos de cada categoría emocional. Hay 17 parejas de estímulos por condición emocional que se muestran en las dos localizaciones posibles, es decir, la imagen A se proyecta al ojo derecho y la B al izquierdo y viceversa. Así, el total de ensayos por condición emocional son 34. Además, cada pareja se presenta en las cuatro duraciones posibles (150, 300, 600 y 1200 ms).

La tarea se presentó en dos bloques de igual duración los cuales contenían el mismo número de ensayos. En la transición de un bloque a otro había un descanso autocontrolado que cada participante terminaba cuando estaba dispuesto a continuar. La duración total de la tarea incluyendo la pausa interbloques fue de 17 minutos aproximadamente

	Pos	Neg	NeuControl	NeuExp
(a) Evaluaciones Subjetivas				
Valencia	1.10 (0.2)	-1.14 (0.14)	0.13 (0.23)	0.08 (0.21)
Activación	1.15 (0.53)	1.05 (0.29)	0.04 (0.17)	-0.01 (0.23)
(b) Características Físicas de las Imágenes				
SF 768-384	215.25 (168.72)	184.46 (44.74)	177.77 (151.28)	231.53 (176.25)
SF 384-192	1526.537 (988.49)	1026.03 (248.85)	1299 (1110.43)	1427.15 (1141.11)
SF 192-96	8917.54 (4949.90)	4944.88 (1199.30)	7060.7 (4944.88)	7009.02 (4373.89)
SF 96-48	54049.27 (31013.28)	43113.46 (25545.71)	47626.46 (30815)	39708.77 (21780.28)
SF 48-24	314780.2 (169725.13)	255507.8 (125069.2)	307446.4 (173995.23)	245765 (147405.64)
SF 24-12	1868871 (905056.78)	1425260 (599245.47)	1750731 (895773.74)	1315472 (727682.07)
SF 12-6	9005529 (4630047.54)	7438563 (2346175.59)	1e007 (5125183.55)	7491304 (4456707.9)
SF 6-3	4e007 (24237224.52)	4e007 (14725176.15)	5e007 (33740042.91)	4e007 (25382638)
SF Residual	1e007 (576402879.53)	1e007 (926813081.17)	1e007 (633257794.47)	9e007 (355934386.51)
R	133.94 (37.18)	139.70 (52.65)	128.97 (43.20)	103.55 (32.52)
G	124.90 (36.52)	136.07 (46.13)	115.27 (42.52)	109.00 (31.26)
B	126.21 (52.36)	115.92 (58.65)	103.75 (56.26)	98.73 (36.48)
Luminosidad	128.06 (29.04)	135.24 (48.62)	118.40 (40.63)	106.49 (29.04)
Peso	371.74 (128.09)	363.27 (191.07)	371.74 (128.09)	372.48 (176.70)

Tabla 4.1 Medias y desviaciones típicas (en paréntesis) de: (a) Valencia subjetiva (-2 muy negativo a 2 muy positivo) y Activación (-2 muy negativo a 2 muy positivo) de las imágenes; (b) bandas de frecuencia espacial de las imágenes (SF; frecuencia espacial en ciclos/imagen), componente rojo (R), componente verde (G), componente azul (B), luminosidad, y peso (operativizado como la media de tono, saturación y brillo).

	F	gl	p	η^2_p
Valencia	357.457	3, 64	<0.001	0.944
Pos-Neg			<0.001*	
Pos-NeuControl			<0.001*	
Pos-NeuExp			<0.001*	
Neg-NeuControl			<0.001*	
Neg-NeuExp			<0.001*	
NeuControl-NeuExp			1.000*	
Activación	58.803	3, 64	<0.001	0.734
Pos-Neg			1.000*	
Pos-NeuControl			<0.001*	
Pos-NeuExp			<0.001*	
Neg-NeuControl			<0.001*	
Neg-NeuExp			<0.001*	
NeuControl-NeuExp			<0.001*	
SF 768-384	0.297	1, 66	0.827	0.138
SF 384-192	0.214	1, 66	0.886	0.009
SF 192-96	0.532	1, 66	0.662	0.024
SF 96-48	0.860	1, 66	0.466	0.039
SF 48-24	0.877	1, 66	0.458	0.039
SF 24-12	1.861	1, 66	0.145	0.080
SF 12-6	1.899	1, 66	0.139	0.082
SF 6-3	0.789	1, 66	0.504	0.036
SF Residual	1.939	1, 66	0.132	0.083
R	2.442	1, 66	0.072	0.102
G	1.519	1, 66	0.218	0.066
B	0.973	1, 66	0.411	0.043
Luminosidad	1.782	1, 66	0.159	0.077
Peso	0.121	1, 66	0.947	0.006

Tabla 4.2 Resultados ANOVA de medidas repetidas sobre las puntuaciones del banco de imágenes EmoMadrid en Valencia y Activación y de las características físicas de las imágenes: bandas de frecuencia, espacial de las imágenes (SF; frecuencia espacial en ciclos/imagen), componente rojo (R), componente verde (G), componente azul (B), luminosidad, y peso (operativizado como la media de tono, saturación y brillo) (F, grados de libertad [gl], probabilidad [p], tamaño del efecto [η^2_p]). Las probabilidades marcadas con asterisco corresponden a las comparaciones post-hoc (con corrección Bonferroni).

4.2.3 Procedimiento

La presentación de los estímulos se programó en MATLAB (Mathworks) con el paquete Psychtoolbox 3 (Psychophysics toolbox: Brainard, 1997; Kleiner, Brainard y Pelli, 2007). Los estímulos se presentaron en un monitor VIEWPixx 22" y la RB se indujo mediante gafas con obturación de litio 3DPixx LCD, las cuales ocluyen los ojos alternativamente (es decir, en cada momento un ojo está descubierto y el otro ocluido) y de forma intermitente a una alta frecuencia en congruencia con la tasa de refresco de la pantalla (120 Hz). Como resultado, los estímulos que se presentan en cada ojo son diferentes, aunque se perciben simultáneamente.

Cada participante se citaba individualmente. Tras sentarse a 70 cm de la pantalla, se le indicaba que fijara sus ojos en el punto de fijación que aparecía a lo largo del experimento y que respondiera según su percepción en cada ensayo. Para ello, debía informar mediante una botonera sobre la inclinación de las rejillas, de tal manera que así podíamos deducir la

imagen que había sido percibida conscientemente sin que el contenido de la imagen fuera parte de la tarea: las instrucciones solo se refirieron a las rejillas y no a las imágenes subyacentes. Se les dio cuatro opciones de respuesta con una tecla distinta de la botonera por cada opción de respuesta. Las respuestas cubrían las siguientes posibilidades perceptivas: 1) las dos rejillas inclinadas a la derecha (dominancia), 2) las dos rejillas inclinadas a la izquierda (dominancia), 3) cruces (indicación de fusión de ambas imágenes) y 4) una rejilla inclinada hacia la derecha y otra hacia la izquierda (dominancia inespecífica).

Para asegurarnos de que habían comprendido las instrucciones y para que se habituaran a las gafas LCD, antes de comenzar el experimento realizaron un bloque de 9 ensayos con imágenes emocionalmente neutras y que no formaban parte de la tarea experimental. Este bloque se repitió en caso de que presentaran dificultades para adaptarse a las gafas.

4.2.4 Análisis de los datos

Por una parte, el efecto de la duración del ensayo (4 niveles: 100, 300, 600 y 1200 ms) se calculó con una prueba chi cuadrado comparando las respuestas que habían terminado en dominancia o fusión en cada duración. Por otra parte, la dominancia se calculó como porcentaje de ensayos que terminaron en dominancia en cada una de las condiciones experimentales: 4 Duraciones (100, 300, 600, 1200) x 3 Emociones (Neutro, Positivo y Negativo) x 2 Dominancias (domina NeuControl vs domina NeuExp/Pos/Neg). Para analizar los efectos experimentales de la Emoción en la Dominancia se excluyeron los ensayos que habían terminado en fusión. Tanto los tiempos de reacción (TRs, en s) como las dominancias (Dom, expresada en porcentajes) se analizaron mediante estadística no paramétrica ya que estas variables no se distribuían normalmente (prueba Shapiro-Wilk: $W=0.996$, $p<0.01$ y $W=0.97$, $p<0.001$, respectivamente). Concretamente, se empleó la prueba no paramétrica de Friedman para las 24 condiciones experimentales ($4 \times 3 \times 2$) y se compararon, post-hoc, los pares con la prueba U de Mann Whitney. El análisis de datos se llevó a cabo con SPSS 19 (IBM, 2010) y R (R Core Team, 2021).

4.3 RESULTADOS

La tabla 4.3 muestra un resumen de la estadística descriptiva de los porcentajes de dominancia (Dom) y los tiempos de reacción (TRs) y la Figura 4.4 (a y b) muestra los principales estadísticos de forma gráfica.

a)	NeuControl	NeuExp	POS	NeuControl	NEG	NeuControl
	NEUEXP	NEUCONTROL	NEUCONTROL	POS	NEUCONTROL	NEG
100 ms	19.14 (12.57)	19.76 (11.53)	18.08 (13.26)	19.81 (10.69)	16.72 (10.64)	21.27 (14.43)
300 ms	21.74 (12.34)	20.36 (10.31)	17.79 (11.99)	24.71 (13.08)	18.48 (11.29)	26.43 (13.34)
600 ms	24.52 (12.49)	27.40 (13.10)	24.98 (13.57)	26.88 (13.85)	23.40 (13.60)	29.09 (13.62)
1200 ms	25.84 (15.49)	29.62 (15.75)	26.67 (15.80)	32.35 (14.32)	21.85 (17.90)	34.76 (14.58)
b)						
100 ms	51.80 (30.90)	44.27 (29.78)	36.79 (28.75)	47.08 (28.42)	36.65 (28.50)	48.10 (31.31)
300 ms	49.03 (31.27)	47.10 (29.38)	43.54 (33.24)	35.78 (29.51)	40.97 (32.84)	35.22 (27.95)
600 ms	38.76 (29.80)	50.31 (37.72)	49.41 (36.01)	44.57 (35.94)	46.76 (36.08)	35.23 (34.60)
1200 ms	36.89 (34.62)	49.89 (35.04)	44.94 (35.10)	39.63 (35.26)	39.84 (35.23)	30.17 (33.93)
c)						
100 ms	1.21 (0.40)	1.36 (0.30)	1.23 (0.31)	1.40 (0.30)	1.24 (0.27)	1.36 (0.30)
300 ms	1.22 (0.30)	1.39 (0.31)	1.19 (0.32)	1.36 (0.37)	1.25 (0.34)	1.35(0.31)
600 ms	1.26 (0.30)	1.54 (0.36)	1.33 (0.28)	1.60 (0.41)	1.25 (0.33)	1.55 (0.40)
1200 ms	1.27 (0.38)	1.57 (0.39)	1.26 (0.31)	1.76 (1.03)	1.26 (0.27)	1.55 (0.40)

Tabla 4.3. Medias y desviaciones típicas (en paréntesis) de a) el porcentaje de ensayos (sobre 100) que terminaron en dominancia por duración del ensayo y condición emocional incluyendo los ensayos que habían terminado en fusión, b) el porcentaje de ensayos (sobre 100) que terminaron en dominancia por duración del ensayo y condición emocional excluyendo los ensayos que habían terminado en fusión y c) tiempos de reacción (expresado en segundos) por duración del ensayo y condición emocional. En la cabecera se indica en superíndice el estímulo que dominó y en el subíndice el estímulo con el que rivalizaba no percibido conscientemente.

Las distintas duraciones de los ensayos tuvieron un efecto directo sobre el porcentaje de ensayos que acabaron en dominancia de una de las imágenes o fusión (Tabla 4.3a). Así, las duraciones más breves tienen porcentajes de dominancia muy bajos (alrededor del 20% de los ensayos mostrados en las presentaciones de 100 ms), mientras que a medida que la duración del ensayo incrementaba, también así lo hacía el número de ensayos dominantes (alrededor del 30% en la duración de 1200 ms) y disminuía el número de ensayos que habían terminado en fusión. Esta diferencia entre duraciones fue significativa ($\chi^2(3)=444.09$, $p<0.000$).

Las Dom mostraron diferencias significativas entre las condiciones (Test de Friedman: $\chi^2(23)=176.863$; $p<0.001$). Las comparaciones por pares mediante el test de Wilcoxon mostraron diferencias significativas principalmente en la condición en la que rivalizaban las imágenes negativas vs neutras con un efecto supresor de las imágenes negativas (es decir, se percibieron un menor número de veces cuando rivalizaban con imágenes neutras). Es importante señalar que no se aprecian diferencias significativas entre las probabilidades de percibir una imagen neutra u otra (NeuControl vs NeuExp) cuando rivalizan entre ellas (todas las $ps=1$). La prueba de Friedman también mostró diferencias significativas entre los TRs entre las distintas condiciones ($\chi^2(23)=306.367$; $p<0.001$). Las comparaciones por pares mediante el

test de Wilcoxon reveraron que a medida que se alargaba la duración del ensayo, también lo hacían los TRs. Esta diferencia fue significativa entre la duración de 100 ms y la de 600 ($Z=-89$, $p<0.001$), entre 100 ms y 1200 ms ($Z=-91$, $p<0.001$) y entre 600 ms y 1200 ms ($Z=71$, $p<0.001$).

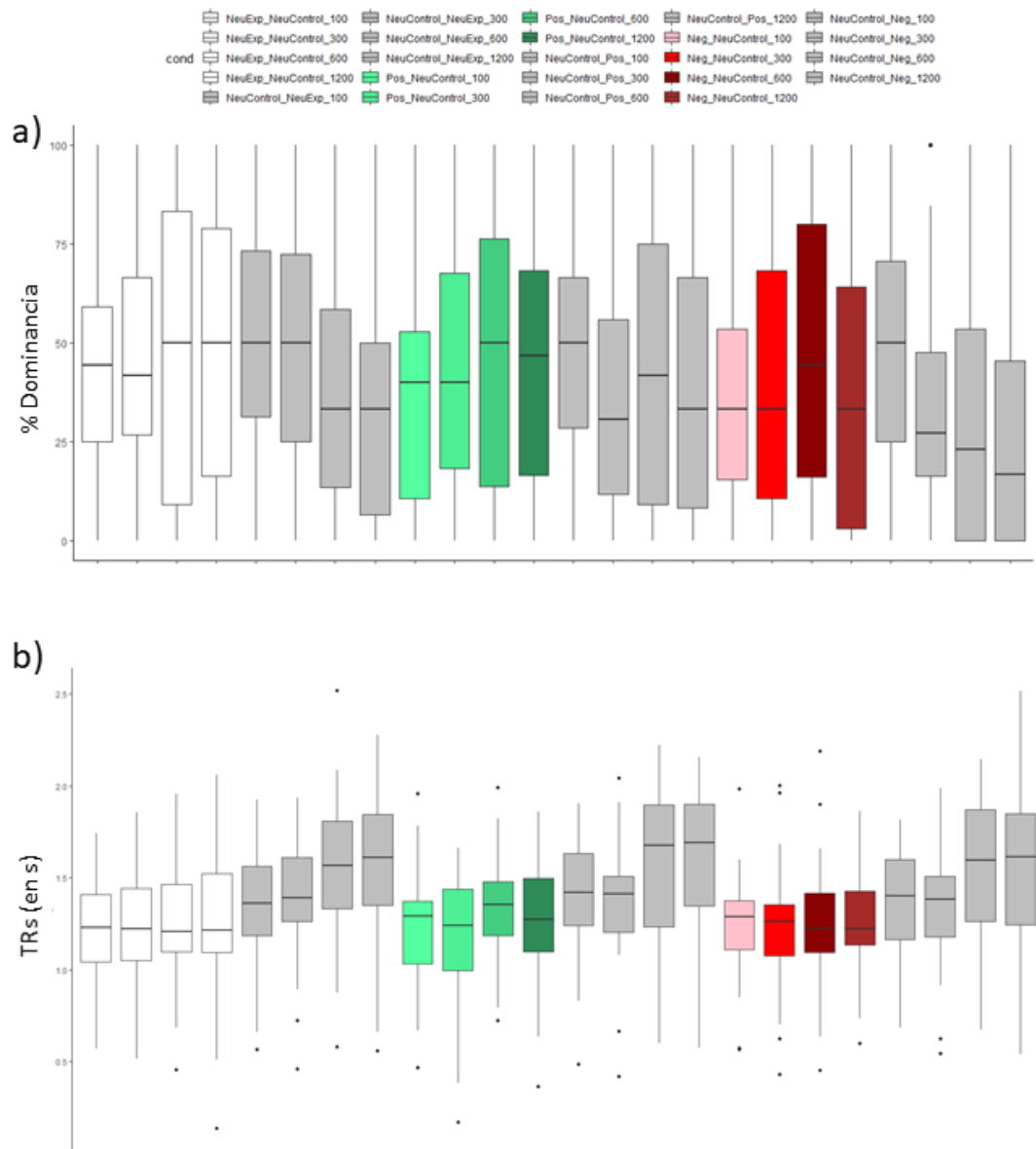


Figura 4.4 Diagrama de cajas de las medias y distribuciones de a) porcentaje dominancias (sobre 100) de las diferentes condiciones excluyendo los ensayos que terminaron en fusión y b) los TRs (en segundos). En la leyenda se muestran los nombres de las parejas que rivalizaban y la duración del ensayo, siendo el primer término la imagen que dominó en esa condición.

4.4 DISCUSIÓN

Este primer estudio conductual tuvo como finalidad principal comprobar el funcionamiento del diseño experimental que implicaba la presentación de imágenes rivales que diferían en el contenido emocional. En concreto, exploramos i) cuál es la duración mínima de presentación de estímulos para observar el fenómeno de RB, ii) la idoneidad de las escenas como modalidad de estimulación, iii) si la presentación por hemicampos sigue siendo sensible a los posibles efectos experimentales, y iv) el interés de incluir estímulos con activación equivalente, pero valencia diferenciada para discriminar el efecto de cada una de las dos dimensiones emocionales. Por otra parte, y como objetivo secundario, este estudio perseguía obtener datos preliminares sobre la modulación emocional de la atención exógena reflejada en el procesamiento consciente. Nuestra hipótesis a este respecto planteaba una mayor tasa de respuesta de las rejillas emparejadas con las imágenes emocionales tanto positivas como negativas, en la línea de estudios de RB previos.

Duración. A este respecto hemos encontrado un efecto de la duración del ensayo en la respuesta subjetiva informada, dominancia o fusión. Los ensayos tenían cuatro duraciones, 100, 300, 600 y 1200 ms, y los porcentajes de dominancia (vs fusión) en las dos primeras duraciones han sido muy bajos, incluso por debajo del 20%. No obstante, este porcentaje se incrementa significativamente a medida que aumenta la duración de la presentación. Este resultado nos indica que las dos primeras duraciones son demasiado breves para garantizar una tasa de dominancia adecuada de cara a los Experimentos 2 y 3. En cambio, las duraciones de 600 y 1200 ms son potencialmente óptimas a este respecto. Dado que no esperamos encontrar efectos en los componentes de los PRAD posteriores al LPP (~500-600 ms), entendemos que la duración de 600 ms es la más adecuada para los siguientes experimentos. Sin embargo, consideramos que una simplificación de la tarea, con una rejilla por ojo en vez de dos, tal y como emplean otros estudios de RB, permitirá alcanzar una mayor proporción de ensayos dominantes.

Presentación en hemicampos. La finalidad principal del estudio era validar nuestro diseño experimental. Uno de los elementos que necesitaba validación es la presentación de escenas en hemicampos dentro del paradigma RB, ya que este tipo de presentación, junto con la máscara que se presenta en el otro ojo, implementa un nivel de complejidad elevado a la hora de que una de las dos imágenes gane dominancia. No obstante, nuestros resultados muestran que este diseño, que nos permitirá llevar a cabo un análisis para detectar la dominancia a nivel cerebral en los Experimentos 2 y 3, no impide que se produzcan efectos de dominancia en respuesta a estímulos emocionales, como discutiremos más abajo. Un

efecto reseñable de este procedimiento ha sido el número relativamente alto de fusiones, especialmente en comparación con los estudios que emplean RB continua (Alpers y Gerdes, 2007; Bannerman y cols., 2008).

Empleo de escenas e inclusión de valencia positiva. Las características del experimento en torno a la estimulación (uso de escenas con valencia positiva, negativa y neutra y control de las propiedades físicas de los estímulos) nos han permitido detectar efectos emocionales en la atención y en la percepción consciente, indicación de que son estímulos óptimos y validan esta propuesta de diseño. Uno de los principales puntos de interés en el uso de escenas reside en que pueden ser más fácilmente dimensionadas en los ejes de valencia y activación en comparación con las caras, que suelen presentar expresiones discretas y más difícilmente mensurables en dichas dimensiones (Carretié, 2019), y, en este mismo sentido, las escenas emocionales además provocan mayores niveles de activación que las caras (Thom y cols., 2014). Sin embargo, la variabilidad de las características de bajo nivel (p.ej., luminosidad o frecuencia espacial) de las escenas es más variable que las de las caras, y sin un riguroso control pueden enmascarar resultados atribuibles a las características de alto nivel, es decir, a la valencia y activación (Delplanque y cols., 2007; Lakens, 2013). Además, la introducción de una condición emocional positiva y la observación de distintos efectos entre condiciones positivas y negativas (condiciones con similar activación y distinta valencia), nos permite discernir entre valencia y activación a la hora de interpretar los efectos y contrastar el efecto de la activación que prevén nuestras hipótesis. Los efectos de las dimensiones de valencia y activación en nuestra tarea CDTD se discuten a continuación.

Datos preliminares sobre la capacidad de la atención para modular la percepción consciente en este diseño experimental. Nuestra hipótesis predecía una dominancia mayor de las rejillas superpuestas sobre las imágenes activantes (Pos y Neg) que las superpuestas en su pareja neutra (NeuControl), así como una no diferenciación entre las imágenes neutras experimentales (NeuExp) y su pareja control (NeuControl). Mientras que este último supuesto se ha cumplido y demuestra que la carga emocional de las imágenes está teniendo efecto, nuestros resultados indican un efecto de la valencia, concretamente un patrón de supresión de las imágenes negativas. Una posible explicación de este resultado es que se produzca una captura atencional inconsciente por parte del distractor negativo y que su rejilla no se perciba conscientemente. Estos resultados contradicen los dos estudios previos de atención exógena en paradigmas RB, que encuentran un sesgo perceptivo-atencional hacia los targets superpuestos en imágenes emocionales tanto positivas como negativas (Alpers y Gerdes, 2007; Bannerman y cols., 2008). No obstante, existen diferencias metodológicas sustanciales

entre esos estudios y el que aquí se reporta que pueden estar explicando la discrepancia en los resultados. En primer lugar, respecto a la naturaleza de las imágenes, ambos estudios superponían rejillas sobre caras con diferentes expresiones faciales, y no escenas. Como se ha indicado, la carga activante de las escenas es potencialmente superior a la de las expresiones faciales. En segundo lugar, el tipo de paradigma de RB también difiere, ya que ambos estudios utilizan la RB continua con ensayos de larga duración (entre 10.76 y 12.28 s en el estudio de Alpers y Gerdes, 2007; y 60 s en el estudio de Bannerman y cols., 2008). En tercer lugar, ninguno de los dos estudios previos informa sobre la detección de uno u otro percepto como el inicial en cada ensayo, sino que se centran en el análisis del tiempo acumulado de cada percepto a lo largo de los ensayos. En cuarto y último lugar, estos estudios no indican haber controlado las características físicas de las imágenes, que pueden jugar un papel sustancial a la hora de definirse uno u otro percepto como hemos indicado anteriormente. En cualquier caso, estos resultados preliminares obtenidos con nuestro diseño requieren investigación adicional con una sola duración del ensayo y acompañados de datos neurales (Experimento 2). Cabe indicar además que sí se ha encontrado un efecto similar de valencia (dominancia de lo positivo y supresión de lo negativo) en el dominio de la atención endógena (Wilbertz y cols., 2014; apartado 2.2.3), cuestión que será discutida en el Experimento 3.

Fortalezas y limitaciones. Este estudio cuenta con grandes fortalezas metodológicas en comparación con otros estudios similares: una cuidada selección de los estímulos controlando su valencia, activación y características físicas, de gran importancia a la hora de atribuir las diferencias en las respuestas conductuales a la valencia de las imágenes. Sin embargo, el análisis de las respuestas nos ha arrojado una tasa de fusión elevada, que ha limitado el análisis del efecto de la valencia en la dominancia. Entre las causas de esta tasa tan alta de ensayos en los que no ha dominado un estímulo sobre el otro puede encontrarse, además de en la corta duración de los ensayos como ya se ha mencionado, en la mayor complejidad perceptiva de la tarea con dos rejillas, en vez de una como en los estudios revisados. Por tanto, consideramos los resultados descritos como preliminares y sujetos a comprobación mediante un nuevo diseño que supere estas limitaciones e incorpore datos neurales que complementen a los conductuales.

4.5 CONCLUSIONES

Este estudio tuvo como objetivos validar el diseño experimental de estimulación por hemicampos, determinar la duración idónea de presentación de estímulos para observar el fenómeno de RB, confirmar la idoneidad de las escenas emocionales y de la inclusión de una

categoría de valencia positiva. Además, nos permitió obtener datos preliminares sobre el papel de la atención exógena en la estimulación emocional presentada bajo el paradigma RB. Los resultados muestran que las duraciones inferiores a 600 ms son demasiado cortas para alcanzar tasas de dominancia aceptables y que la duración de 600 ms es la más adecuada para implementar en los siguientes experimentos. Por otra parte, los resultados validaron la idoneidad de la estimulación por hemicampos, así como el empleo de escenas y de una categoría de valencia positiva, puesto que permitieron detectar efectos en la atención exógena a estímulos emocionales utilizando RB intermitente. Estos efectos, contrarios a los observados en otros estudios, apuntan a un efecto de la valencia emocional, particularmente a una supresión en la percepción consciente de las rejillas que aparecen sobre los distractores negativos, posiblemente debida a una captura atencional más intensa (e inconsciente) de dichos distractores. En cualquier caso, estos datos requieren comprobación adicional con un diseño más acotado que, además, permita mayores tasas de dominancia, y con la incorporación de datos neurales. El Experimento 2, que contará con ambas características, nos permitirá realizar esta comprobación.

5. EXPERIMENTO 2

RIVALIDAD BINOCULAR DE ESCENAS EMOCIONALES: EL PAPEL DE LA ATENCIÓN EXÓGENA

Objetivo:

Explorar a nivel conductual (notificación de experiencia consciente) y neural (PRAD) el acceso a la percepción consciente de estímulos emocionales y neutros con diferente valencia y activación presentados como distractores en una tarea de atención exógena bajo el paradigma RB.

Hipótesis:

A nivel conductual esperamos un efecto de la activación emocional: las imágenes emocionales capturarán la atención exógena (mayores tiempos de reacción y/o número de errores en la tarea) y ganarán dominancia en mayor medida que las imágenes neutras (mayores tasas de dominancia para las imágenes emocionales en comparación con las imágenes neutras).

A nivel neural esperamos un efecto de activación paralelo al conductual: los componentes PRAD sensibles a la atención exógena (picos tempranos <300 ms) y las ventanas de tiempo sensibles al contenido percibido conscientemente (P1, N2 y/o VAN) mostrarán mayor amplitud ante las condiciones emocionales que ante las neutras.

5.1 INTRODUCCIÓN

El sesgo hacia el contenido emocional por parte de la atención exógena tiene una importancia de carácter evolutivo que ha permitido su perpetuación, ya que la movilización automática del foco atencional hacia estímulos apetitivos o potencialmente peligrosos facilita una respuesta rápida en caso necesario. En el ámbito experimental, el paradigma CDTD con distractores emocionales (*concurrent but distinct target-distractor tasks*) se ha utilizado con frecuencia para estudiar esta relación. En estas tareas se pide atender de forma endógena, consciente, a la diana (p.ej., indicar la orientación de una línea), que aparece junto con uno o

más distractores (elementos visuales irrelevantes para la tarea). Los resultados derivados de estas tareas muestran cómo, en términos conductuales, los distractores emocionales provocan mayores tiempos de reacción y mayor número de errores que los neutros, con una ligera ventaja de los negativos (Carretié, 2014). Además, a nivel neural, se ha comprobado cómo los componentes PRAD tempranos (<300 ms) son sensibles al contenido emocional del distractor y muestran mayores amplitudes en comparación con los ensayos con distractores no emocionales. En concreto, los componentes P1 posterior (P1p; Soares y cols., 2017), P2 anterior (P2a; Carretié y cols., 2011; 2013; 2016; Ruiz-Padial y Mercado, 2021) y la familia de componentes N2 -que presenta distintas distribuciones- (Bouido y cols., 2010; Carretié y cols., 2017; Ruiz-Padial y Mercado, 2021) muestran mayores amplitudes en respuesta a distractores emocionales.

Por otra parte, los estudios sin contenido emocional que han explorado la correlación PRAD-percepto en RB, también han definido las ventanas de tiempo más tempranas como especialmente relevantes para explorar el acceso de la estimulación visual a la consciencia. En concreto, los componentes P1 (Roeber y cols., 2008; Vesper y cols., 2008), N1 (Vesper y cols., 2008) y la ventana de tiempo VAN (Sandberg y cols., 2014) se han descrito como marcadores de percepción consciente.

Los escasos estudios previos que han utilizado el paradigma de RB con contenido emocional y tareas de atención exógena se han servido de caras a modo de distractores y rejillas sobre las caras a cuya orientación se debía responder (Alpers y Gerdes, 2007 exp3; Bannerman y cols., 2008 exp1). Estos estudios, que en ambos casos emplean ensayos largos (>10 s) han descrito una prevalencia en percepción consciente de las rejillas emplazadas sobre caras con expresiones emocionales positivas y negativas en comparación con las rejillas situadas sobre caras neutras. En el Experimento 1, y junto con la validación de distintos aspectos de nuestro diseño experimental, exploramos de forma preliminar (y en el ámbito conductual únicamente) la atención exógena hacia estímulos emocionales mediante una tarea RB con escenas emocionales a modo de distractores mientras se respondía a la orientación de rejillas (tarea de carácter neutro) superpuestas a estas escenas. Los resultados obtenidos en dicho experimento difieren de los dos estudios mencionados puesto que en nuestro estudio apuntan a un carácter supresor de las escenas emocionales negativas en esta tarea, es decir, a una dominancia ocular menor hacia las rejillas superpuestas sobre distractores negativos. Este resultado fue interpretado como una captura atencional inconsciente por parte de los distractores negativos y se subrayaron las diferencias metodológicas entre los estudios previos y nuestra propuesta. En este estudio se pretende

confirmar este patrón de resultados con un diseño más acotado, y las medidas conductuales se complementarán con registros neurales (PRAD).

Para cubrir el objetivo propuesto y explorar el papel de la atención exógena en la RB de escenas emocionales, hemos aplicado pequeñas modificaciones a la tarea diseñada y testada en el estudio piloto (Experimento 1). Si bien hemos mantenido la tarea de RB intermitente con parejas de estímulos neutro-neutro, neutro-positivo y neutro-negativo, en este caso solamente se presenta una rejilla superpuesta a cada imagen, es decir, una sola rejilla por ojo. Además, de las cuatro duraciones de ensayo exploradas en el Experimento 1, la duración elegida para el presente experimento es la de 600 ms. Los demás parámetros de la tarea se han mantenido: estimulación distintiva de hemisferios visuales e imagen en el hemisferio temporal y máscara en el hemisferio nasal. Esta manipulación nos permitirá, en caso de que registremos componentes con distribución contralateral, detectar qué escena (qué hemisferio y, por tanto, qué ojo, puesto que el hemisferio nasal de ambos ojos estará ocupado por la máscara) está dominando. En el análisis principal compararemos los componentes de los PRADs tempranos con la hipótesis de encontrar diferencias en amplitud en aquellos componentes sensibles a la atención endógena y al contenido percibido conscientemente.

5.2 MÉTODO

5.2.1 Participantes

Treinta y seis estudiantes de la Universidad Autónoma de Madrid, que en ningún caso habían participado en el Experimento 1, participaron en este experimento, aunque únicamente se incluyeron en el análisis los datos de 35 participantes por las razones que se explican más adelante (17 mujeres, edad media = 22.53; DT = 6.98; rango = 18 - 46). Todos los participantes mostraban visión normal o corregida, desconocían los objetivos del experimento y participaron voluntariamente después de dar su consentimiento por escrito. El estudio contaba con la aprobación del Comité de Ética de la Universidad Autónoma de Madrid.

5.2.2 Estímulos y procedimiento

Los estímulos y el diseño experimental utilizados en este experimento son los mismos que los utilizados en el Experimento 1 (ver apartado 4.3.1 para una detallada explicación), excepto por las novedades que se detallan a continuación. En primer lugar, dados los resultados conductuales obtenidos en ese experimento, los cuales han reflejado altas tasas de ensayos

que han terminado en fusión, hemos creído conveniente simplificar la carga perceptiva para aumentar la proporción de ensayos en los que uno de los dos estímulos rivales resulte dominante. Para ello, en vez de utilizar dos rejillas por cada estímulo y por cada ojo, se ha colocado una sola rejilla en el centro de cada estímulo monocular, entre la imagen y su puzzle (Figura 5.1). Como consecuencia, la tarea contaba únicamente con tres opciones de respuesta: inclinación de la rejilla a la izquierda, a la derecha, o fusión de ambas. En segundo lugar, todos los ensayos contaron con una duración de 600 ms. Se trata de una duración suficientemente larga como para que la tasa de fusión no sea muy alta, pero no tan larga como para que el percepto llegue a fluctuar. Por otra parte, esta duración ya había sido utilizada por otros estudios de RB intermitente no emocionales (Pitts y Britz, 2011).



Figura 5.1 Ejemplo de un ensayo de este experimento con una imagen neutra (izquierda) y una imagen negativa (derecha). A diferencia del estudio piloto, solamente se presenta una rejilla en cada ojo (entre la imagen y su puzzle) y la tarea cuenta con tres opciones de respuesta: inclinación a la derecha, a la izquierda o fusión.

Como breve recordatorio, cabe señalar que el diseño cuenta con tres grupos de estímulos resultantes de emparejar cuatro grupos de 17 imágenes cada uno: dos grupos de imágenes de valencia emocional neutra (NeuControl y NeuExp), un grupo de imágenes de valencia positiva (Pos) y un grupo de imágenes de valencia negativa (Neg). En total se formaron 17 parejas de los grupos NeuControl – NeuExp (condición emocional Neutra), 17 parejas de NeuControl – Pos (condición emocional Positiva) y 17 parejas de NeuControl – Neg (condición emocional Negativa) y cada pareja se presentó en las dos localizaciones visuales posibles, esto es, la imagen A en el ojo derecho e imagen B en el ojo izquierdo y viceversa, lo que supuso un total de 34 parejas por condición emocional (Neutra, Positiva y Negativa). Los estímulos se presentaron durante 600 ms y seguidamente una pantalla gris con un punto de fijación durante 1200 ms. De igual manera que en el experimento piloto, la tarea se presentó en dos bloques con el mismo número de ensayos y con una pausa autocontrolada por cada

participante. La duración total de la tarea (2 bloques y pausa) fue de 20 minutos aproximadamente.

El experimento se llevó a cabo en un laboratorio con una cabina aislada eléctricamente. Para controlar los movimientos de la cabeza, cada participante debía apoyar la barbilla en una mentonera colocada a 70 cm de la pantalla. La tarea se programó en MATLAB (Mathworks) con la extensión Psychtoolbox (Brainard, 1997; Kleiner y cols., 2007). De la misma manera que en el anterior experimento, los estímulos se presentaron en una pantalla ViewPixx de 22" y la RB se indujo con gafas LCD ocluyendo los ojos intermite y alternativamente a la misma frecuencia de la tasa de refresco del monitor (120 Hz). Los ángulos visuales de todos los elementos visuales (rejilla, escena y puzle) eran idénticos a los del Experimento 1.

Antes de comenzar el experimento se explicó a cada participante en qué consistía la tarea y cómo debían responder en los ensayos. A modo de entrenamiento, y para que se habituaran a la visión propiciada por las gafas LCD y a la estimulación RB, se presentó un bloque de 9 ensayos de imágenes emocionalmente neutras y que no formaban parte de la tarea experimental. Este bloque se repetía en caso de dificultad de adaptación a la RB. Una vez completada la tarea, se pidió a cada participante valorar la Valencia y la Activación de las imágenes que habían formado parte del estudio en una escala de 1 (muy negativo / muy relajante) a 5 (muy positivo / muy activante). Los resultados de esta evaluación (medias \pm DTs de Valencia 3.22 \pm 0.58, 3.10 \pm 0.54, 4.01 \pm 0.74, 1.82 \pm 0.82 y de Activación 2.90 \pm 0.68, 2.92 \pm 0.58, 4.01 \pm 0.87, 4.08 \pm 0.81 para las imágenes NeuControl, NeuExp, Pos y Neg, respectivamente) se analizó mediante el ANOVA de un factor que mostró un efecto principal de la Valencia ($F(3)=793.16$, $p<0.001$) y de la Activación ($F(3)=463.03$, $p<0.001$). Las comparaciones post-hoc con corrección Bonferroni mostraron que los dos grupos de imágenes neutras no se diferenciaban significativamente entre ellas en Valencia ($p=0.16$) y sí de los grupos de imágenes emocionales, además de los emocionales entre sí ($ps<0.001$). En cuanto a la Activación los dos grupos de imágenes neutras no se diferenciaron entre sí ($p=1$), ni los grupos positivo y negativo ($p=0.83$), pero sí entre los grupos neutros y emocionales ($ps<0.001$).

5.2.3 Registro y preprocesamiento

Para registrar la actividad electroencefalográfica se colocó a cada participante un gorro elástico con 59 electrodos de estaño distribuidos por el cuero cabelludo (Electrocap International, Eaton, OH) y con el electrodo de referencia colocado en la punta de la nariz. Además, se registraron los movimientos oculares mediante electrooculografía (EOG) con

electrodos colocados supra- e infraorbitariamente (EOG vertical) y en los cantos oculares (EOG horizontal). La tasa de muestreo de la señal fue de 420 Hz y se aplicó un filtro online de paso de banda de entre 0.3 y 10000 Hz. El registro se dividió en épocas de entre 200 ms antes de la aparición del estímulo hasta los 1200 ms postestímulo.

La respuesta conductual se registró mediante una botonera con tres opciones de respuesta: una tecla para contestar que la rejilla se inclinaba hacia la derecha, una tecla para indicar que la rejilla se inclinaba hacia la izquierda y una tecla que indicaba la fusión de ambas imágenes. En las instrucciones se pidió a cada participante que mirara de manera continuada al centro de la pantalla y que parpadeara lo menos posible. Los ensayos informados como fusión de ambos estímulos fueron excluidos del análisis. En el preanálisis se aplicó el filtro offline de paso de banda de 0.3 a 30 Hz implementado en la herramienta Fieldtrip para MATLAB (Oostenveld y cols., 2011).

Los artefactos oculares provocados por parpadeos se eliminaron de forma automática mediante un análisis de componentes principales (*Independent Component Analysis, ICA*) (Jung y cols., 2000) y se descartaron manualmente aquellas épocas que mostraran cualquier otro tipo de interferencia. Los electrodos que presentaron artefactos de manera consistente fueron linealmente interpolados con los electrodos vecinos, aunque establecimos un límite de interpolación excesiva (>15% de los electrodos). Este criterio provocó la exclusión del participante que se menciona en el apartado 5.3.1. Las épocas se etiquetaron en función de la respuesta conductual con un total de 6 condiciones: i) NeuExp vs NeuControl con percepción NeuExp, ii) NeuExp vs NeuControl con percepción NeuControl (e inhibición NeuExp), iii) Pos vs NeuControl con percepción NeuControl, iv) Pos vs NeuControl con percepción Pos (e inhibición NeuExp), v) Neg vs NeuControl con percepción NeuControl y vi) Neg vs NeuControl con percepción Neg (e inhibición NeuExp). La Tabla 5.1 recoge el número mínimo, la media y desviación típica de ensayos aceptados para cada condición.

	NeuExp NeuControl	NeuControl NeuExp	Pos NeuControl	NeuControl Pos	Neg NeuControl	NeuControl Neg
Min	17	13	17	8	11	14
Media (DT)	28.31 (5.56)	28.45 (5.51)	28.31 (5.82)	27.74 (6.61)	27.85 (6.59)	28.42 (5.87)

Tabla 5.1 Número mínimo (Min), media y entre paréntesis desviaciones típicas de los ensayos aceptados para análisis para cada condición. En la cabecera se indica en el superíndice el estímulo que dominó y en el subíndice el estímulo con el que rivalizaba no percibido conscientemente

5.2.4 Análisis estadístico

Datos conductuales

Los Tiempos de Reacción (TRs) y porcentaje de Dominancia (Dom; rango 0-100 - excluyendo ensayos con fusión y no contestados) se analizaron con estadística no paramétrica por presentar distribuciones no normales (prueba Shapiro-Wilk: $W=0.928$, $p<0.01$ y $W=0.87$, $p<0.001$, respectivamente). Las TRs y Dom se sometieron a la prueba de Friedman sobre las 6 condiciones experimentales: 3 valencias (Positiva, Negativa y Neutra) x 2 dominancias (NeuControl o NeuExp/Pos/Neg). El tamaño del efecto de la prueba de Friedman se calculó con la prueba W de Kendall. Las comparaciones por pares se llevaron a cabo mediante la prueba de Wilcoxon. En análisis de datos se ejecutó en SPSS 19 (IBM, 2010) y R (R Core Team, 2021).

Análisis de PRAD

Un primer análisis preliminar consistió en la detección, en caso de que estuvieran presentes, de componentes con distribución asimétrica (contralateral). Estos componentes muestran amplitudes dispares en un hemisferio respecto al otro, y hacia los que estaba dirigido el diseño por hemicampos previamente descrito (véase también el Experimento 1). En caso de detectarse, estos componentes requieren una resta de los registros contralaterales menos los ipsilaterales (p.ej., Wu y cols., 2011). Este análisis preliminar se centró en las latencias tempranas (<300 ms) y en electrodos situados sobre áreas parietooccipitales, por tratarse de las regiones temporales y espaciales en las que los componentes asimétricos pueden aparecer (p.ej., Capilla y cols., 2016). En concreto, se escogieron los picos P1 (latencia ~ 100 ms) y N1 (latencia ~ 180 ms) y se compararon los electrodos (en hemisferio izquierdo vs derecho) que mostraban valores absolutos máximos para esas latencias (electrodos occipitales - O1 vs O2 - y parieto-occipitales – PO1 vs PO2, PO3 vs PO4, PO7 vs PO8) (Figura 5.2). Antes de la comparación, se calculó la media del voltaje para cada condición y grupo de electrodos en cada hemisferio de una ventana de tiempo que comprendía 24 ms (10 puntos de tiempo) anteriores y posteriores al pico máximo de P1 y N1. A continuación, estas medias se sometieron a un ANOVA de medidas repetidas sobre las 6 condiciones (NeuExp>NeuControl, NeuControl>NeuExp, Pos>NeuControl, NeuControl>Pos, Neg>NeuControl, NeuControl>Neg). Este análisis no arrojó resultados significativos para ninguno de los picos (P1: $F(5,34)=1.496$, $p=0.193$, $\eta^2_p=0.04$; N1: $F(5,34)=1.665$, $p=0.146$, $\eta^2_p=0.05$), lo que indica su distribución

bilateral. Por tanto, procedimos a un análisis tradicional (es decir, sin la resta de los registros contralaterales menos los ipsilaterales antes mencionada).

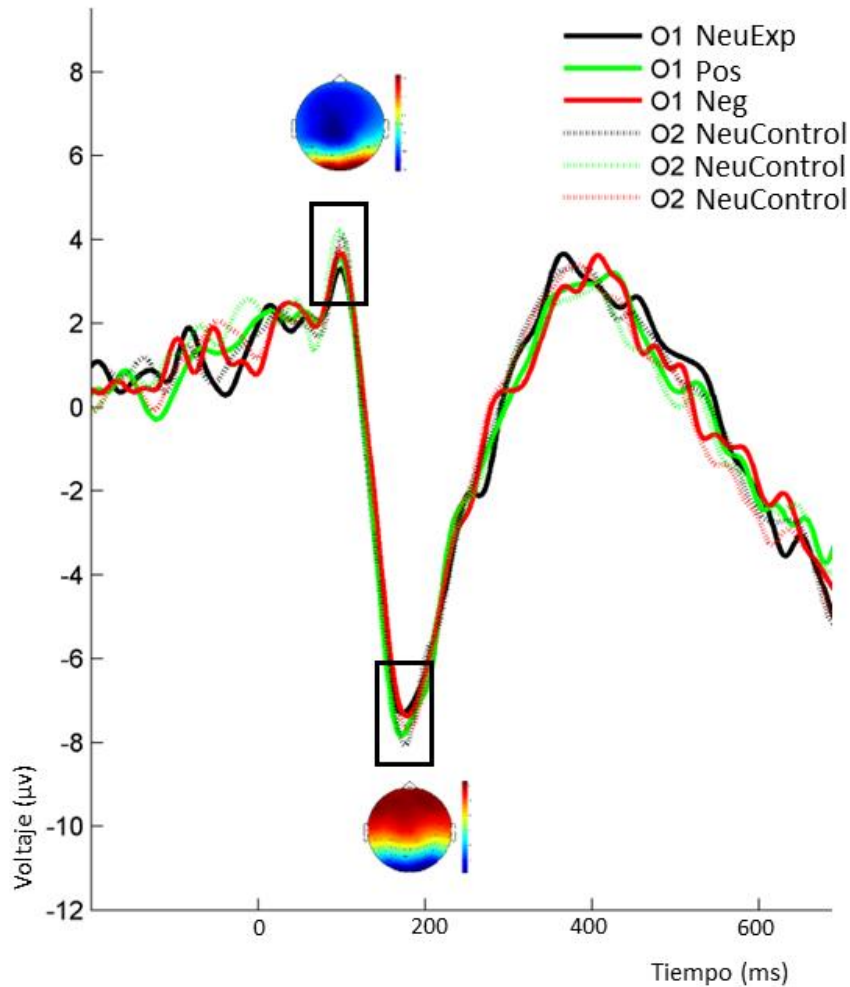


Figura 5.2 Gran promedio de los electrodos O1 y O2, en el que O1 ha registrado la señal EEG para las imágenes dominantes NeuExp, Pos y Neg (líneas continuas) y O2 la señal EEG de las imágenes inhibidas rivales NeuControl (líneas discontinuas). En el recuadro se señalan las ventanas de tiempo de los dos picos analizados (P1, 100 ms aprox.; N1, 180 ms aprox.). Al lado de cada pico se muestran las topografías que señalan los electrodos con voltajes máximos para esa latencia.

Para detectar y cuantificar los componentes PRAD relevantes, empleamos un análisis de componentes principales temporal (ACPt) (Chapman y McCrary, 1995; Chapman y cols., 2004; Dien, 2010; 2012) y extrajimos aquellos componentes (factores temporales; FTs) que explicaban la mayor parte de la varianza. Las puntuaciones de los FTs están linealmente

relacionadas con las amplitudes y a su vez se ven menos contaminadas por otros componentes que las amplitudes directas (Carretié y cols., 2004). La decisión sobre el número de factores a extraer se basó en el gráfico de sedimentación (Cliff, 1987) y los factores extraídos se sometieron a rotación promax (Dien, 2010; 2012). Las puntuaciones factoriales temporales se sometieron a continuación a un ACP espacial (ACPe) para definir las agrupaciones de electrodos (y sus pesos dentro de cada región) que explican la mayor parte de la varianza dentro de cada FT. Los factores extraídos (factores espaciales; FEs) también se sometieron a rotación promax.

Las puntuaciones espaciales resultantes del ACPe (linealmente relacionadas con la amplitud) se sometieron a un ANOVA de dos factores: Emoción (Positiva, Negativa, Neutra) x Dominancia (NeuControl o NeuExp/Pos/Neg). El factor Dominancia se refiere a si la rejilla dominante estaba sobre el distractor NeuControl o sobre los distractores NeuExp/Pos/Neg, lo que requirió una clasificación a posteriori de los ensayos en función de las respuestas conductuales de cada participante. En los casos necesarios se aplicó la corrección Greenhouse-Geisser para ajustar los grados de libertad. Las comparaciones post-hoc se llevaron a cabo mediante el método Bonferroni, y el tamaño del efecto se calculó mediante el estadístico eta-cuadrado parcial (η^2_p).

Relación conducta – PRAD

Para analizar la relación entre los datos subjetivos de percepción consciente (datos conductuales) y los componentes de los PRAD (puntuaciones factoriales resultantes del ACPe) que muestren efectos significativos, y con el fin de determinar cuál de ellos se asocia en mayor medida con la conducta, llevamos a cabo un análisis de correlación de Spearman ya que los datos conductuales no se distribuyen normalmente (prueba Shapiro-Wilk: $W=0.928$, $p<0.01$ y $W=0.87$, $p<0.001$ para los TRs y la Dom, respectivamente).

5.3 RESULTADOS

Resultados conductuales

La Tabla 5.2 recoge las medias y desviaciones típicas de las 6 condiciones en los parámetros conductuales. La prueba de Wilcoxon mostró que la Dom era menor para NeuControl que para cualquiera de las escenas rivales (NeuExp, Pos, Neg): $Z=791.5$, $p=0.04$; $Z=791$, $p=0.04$; $Z=794.5$, $p=0.032$, respectivamente). No obstante, ni los TR ni la Dom mostraron diferencias

significativas entre condiciones emocionales de acuerdo con la prueba de Friedman ($X^2(5)=2.18$, $p=0.823$, $W=0.01$ y $X^2(5)=8.72$, $p=0.121$, $W=0.05$, respectivamente).

	NeuExp NeuControl	NeuControl NeuExp	Pos NeuControl	NeuControl Pos	Neg NeuControl	NeuControl Neg
TR	0.82 (0.36)	0.82 (0.38)	0.83 (0.39)	0.83 (0.39)	0.82 (0.38)	0.81 (0.37)
Dom	57.67 (37.72)	38.08 (36.64)	58.81 (38.37)	40.57 (37.25)	58.27 (37.48)	41.10 (37.47)

Tabla 5.2 Medias y entre paréntesis desviaciones típicas de los tiempos de reacción (TR; expresado en segundos) y del porcentaje de dominancia (Dom; porcentaje) de los ensayos que terminaron en dominancia en cada una de las condiciones emocionales. En la cabecera se indica en superíndice el estímulo que dominó y en el subíndice el estímulo con el que rivalizaba no percibido conscientemente.

Resultados neurales: Efectos experimentales sobre los componentes PRAD

El ACpt extrajo ocho FTs, de los cuales dos eran de interés por corresponderse con componentes sensibles al contenido emocional en tareas de atención exógena y con la percepción consciente mencionado en la introducción de este experimento. Estos FTs se ilustran en la Figura 5.3 y corresponden con componentes de latencias aproximadas de 130 ms (FT8 - P1/N1) y 230 ms (FT7 - VAN/P2a). El ACPe llevado a cabo sobre cada uno de estos factores extrajo dos FEs en cada caso. Las puntuaciones factoriales de cada FE relevante (P1p, P2a, N2 y VAN; ver medias y DTs en la Tabla 5.3) se sometieron a un ANOVA de medidas repetidas con diseño 3x2: 3 Emoción (Positiva, Negativa y Neutra) x 2 Dominancia (NeuControl o NeuExp/Pos/Neg), y los resultados se resumen en la Tabla 5.4. Recordemos que los efectos principales de Emoción reflejarían diferencias en la señal EEG en función del contenido emocional de las escenas (siempre rivalizando con NeuControl) y los efectos principales de la Dominancia reflejarían diferencias en función de la rejilla que resulta dominante según la respuesta conductual (la superpuesta en Pos/Neg/NeuExp o en su rival NeuControl). Un efecto significativo de la interacción reflejaría un efecto diferencial de la Dominancia en función de la Emoción (o viceversa). La Figura 5.4 muestra mapas topográficos de los FEs y grandes promedios de los electrodos CZ y P8, donde los efectos experimentales son patentes.

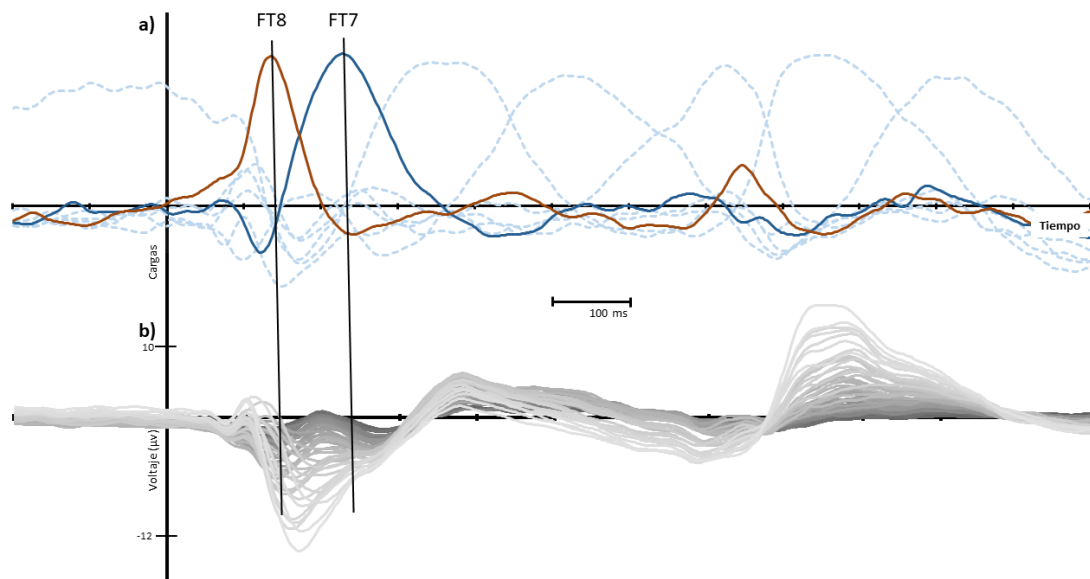


Figura 5.3 a) Cargas factoriales del ACPT coincidentes con b) grandes promedios de cada electrodo.

	NeuExp NeuControl	NeuControl NeuExp	Pos NeuControl	NeuControl Pos	Neg NeuControl	NeuControl Neg
FT8FE1	-0.0636	0.2852	-0.1574	-0.0755	0.1751	-0.1636
P1p	(0.9549)	(1.2085)	(0.9240)	(0.9954)	(1.0106)	(0.8544)
FT8FE2	-0.0171	0.1735	-0.1701	-0.1473	0.2274	-0.0663
N1a	(0.9164)	(0.9822)	(0.9869)	(0.9423)	(1.0939)	(1.0687)
FT7FE1	-0.0565	0.1606	-0.1080	-0.1240	0.1421	-0.0141
VAN	(1.0518)	(0.9034)	(1.0620)	(0.9268)	(0.9186)	(1.1466)
FT7FE2	-0.0468	0.2265	-0.1332	-0.2013	0.1226	0.0322
P2a	(0.9778)	(1.1549)	(0.7990)	(0.8963)	(1.0409)	(1.0953)

Tabla 5.3 Medias y desviaciones típicas (en paréntesis) de las puntuaciones espaciales extraídas del ACPE. En la cabecera se indica en superíndice el estímulo que dominó y en el subíndice el estímulo con el que rivalizaba no percibido conscientemente

P1p/N1a (FT8; pico a los 130 ms): En el FE1 (N1), con una topografía central-anterior, no se encontraron efectos principales de Emoción ($F(2,68)=1.378$, $p=0.259$, $\eta^2_p=0.039$) ni Dominancia ($F(1,34)=0.40$, $p=0.842$, $\eta^2_p=0.001$), pero sí efecto de la interacción Emoción x Dominancia ($F(2,68)=3.308$, $p=0.043$, $\eta^2_p=0.089$). Aunque las amplitudes medias en la dominancia Pos>NeuControl fueron mayores que en la dominancia NeuExp>NeuControl, y éstas que en la dominancia Neg>Neucontrol, las pruebas post-hoc indicaron que estas diferencias no son significativas ($ps>0.05$ en todas las comparaciones por pares: Tabla 5.4). En el FE2 (P1p), con topografía posterior, no se encontraron efectos principales de Emoción

($F(2,68)=2.693$, $p=0.075$, $\eta^2_p=0.073$), Dominancia ($F(1,34)=0.052$, $p=0.820$, $\eta^2_p=0.002$) ni interacción ($F(3,81)=2.413$, $p=0.097$, $\eta^2_p=0.066$).

P2a/VAN (FT7; pico a los 230 ms): En el FE1 (VAN), con presentación topográfica posterior, se encontró un efecto principal de la Emoción ($F(2,68)=3.255$, $p=0.045$, $\eta^2_p=0.087$). La mayor amplitud la producen los ensayos con estímulos negativos y la menor los positivos (con independencia de si fueron dominantes o no respecto a su pareja NeuControl), aunque las comparaciones post-hoc (con corrección Bonferroni) no reflejaron significación para ninguna de las comparaciones por pares ($ps>0.05$ en todos los casos, Tabla 5.4). Ni el efecto de la Dominancia ($F(1,34)=0.37$, $p=0.849$, $\eta^2_p=0.001$) ni de la interacción ($F(2,68)=2.549$, $p=0.082$, $\eta^2_p=0.071$) alcanzó significación estadística. De la misma manera, en el FE2 (P2a), con distribución anterior, también encontramos un efecto principal de la Emoción ($F(2,68)=3.443$, $p=0.038$, $\eta^2_p=0.092$). Las amplitudes medias siguieron un patrón Pos < Neu < Neg, aunque ninguna de las comparaciones por pares llegó a mostrar significación de acuerdo con las pruebas post-hoc (todas las $ps>0.05$: Tabla 5.4). Tampoco se encontró efecto de Dominancia ($F(1,34)=0.123$, $p=0.728$, $\eta^2_p=0.004$) ni de interacción ($F(3,81)=1.960$, $p=0.149$, $\eta^2_p=0.055$).

FT	FE		F	df	p	η^2_p	
FT 8	FT8FE1 N1a	Dominancia	0.40	1, 34	0.842	0.001	
		Emoción	1.378	2, 68	0.259	0.039	
		Dom x Emo	3.308	3, 81	0.043	0.089	
			Neu: Dom - Supresión			0.123*	
			Pos: Dom - Supresión			0.703*	
			Neg: Dom - Supresión			0.134*	
	FT8FE2 P1p	Dominancia	0.052	1, 34	0.820	0.002	
		Emoción	2.693	2, 68	0.075	0.073	
		Dom x Emo	2.413	3, 81	0.097	0.066	
	FT7	FT7FE1 VAN	Dominancia	0.037	1, 34	0.849	0.001
Emoción			3.255	2, 68	0.045	0.087	
				Pos-Neg			0.073*
			Pos-Neu			0.163*	
			Neg-Neu			1*	
			Dom x Emo	2.549	3, 81	0.082	0.071
FT7FE2 P2a		Dominancia	0.123	1, 34	0.728	0.004	
		Emoción	3.443	2, 68	0.038	0.092	
				Pos-Neg			0.061*
			Pos-Neu			0.122*	
		Neg-Neu			1*		
		Dom x Emo	1.960	3, 81	0.149	0.055	

Tabla 5.4 Resultados del ANOVA de medidas repetidas de las puntuaciones factoriales resultantes del ACPe (F, grados de libertad [gl], probabilidad [p] y tamaño del efecto [η^2_p]). Las probabilidades marcadas con asterisco corresponden a las comparaciones post-hoc (con corrección Bonferroni).

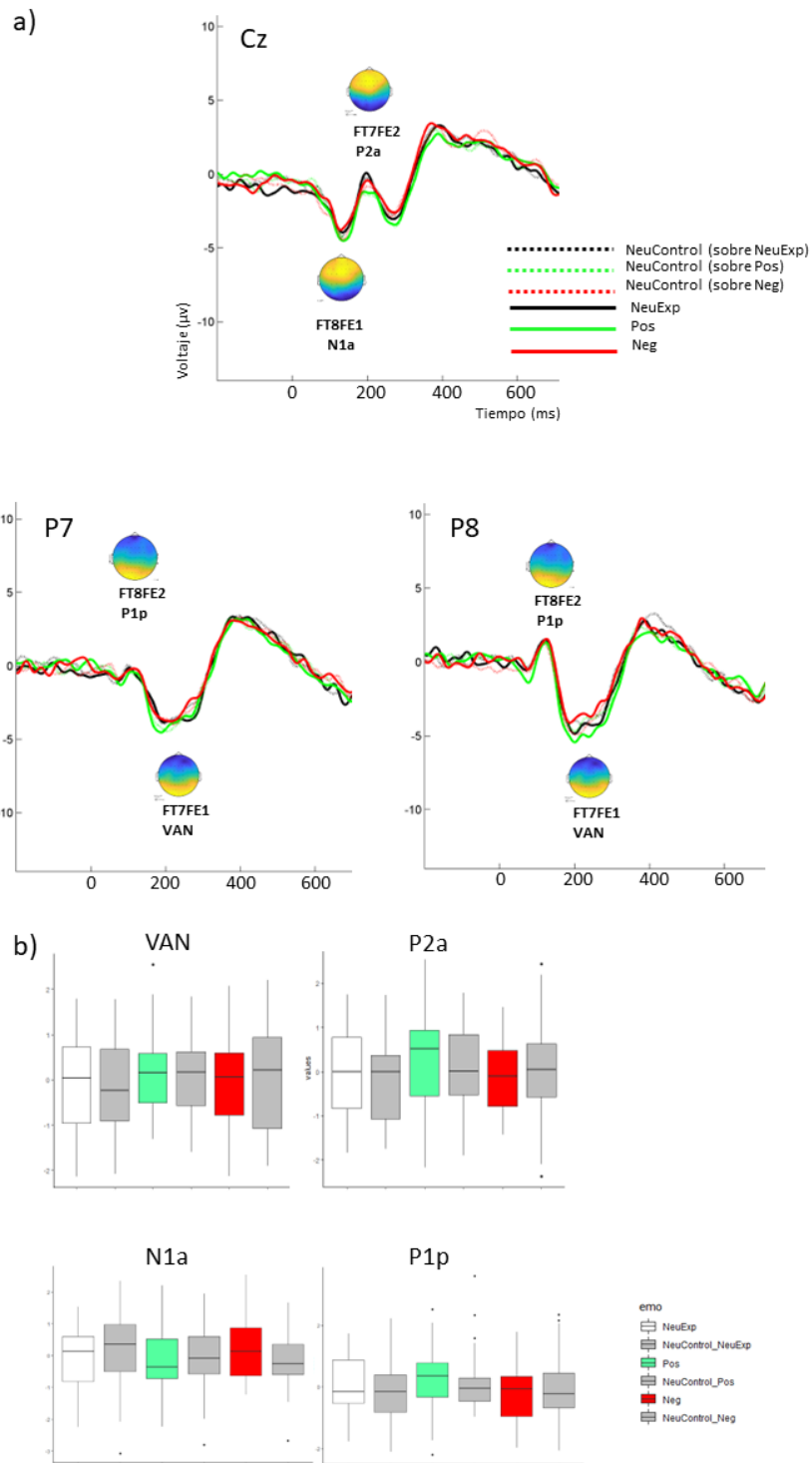


Figura 5.4 a) Grandes promedios de los electrodos Cz, P7 y P8 donde los efectos experimentales son patentes. Las líneas continuas representan las condiciones NeuExp (negro), Pos (verde) y Neg (rojo). La línea discontinua representa la condición NeuControl. Cada pico se relaciona con la topografía correspondiente a cada FE. b) Diagrama de cajas representando las medias y distribuciones de los FEs de los componentes de interés.

Relación conducta-PRAD

Los análisis de correlación de Spearman sobre los datos conductuales (Dom) y neurales (amplitudes de los componentes PRADs que habían mostrado efectos significativos: N1a, P2a y VAN) no mostraron correlaciones significativas (todas las $p > 0.05$). La Tabla 5.5 recoge todos los valores r y p de las correlaciones.

	N1a NeuExp	N1a Pos	N1a Neg	P1p NeuExp	P1p Pos	P1p Neg	VAN NeuExp	VAN Pos	VAN Neg	P2a NeuExp	P2a Pos	P2a Neg
Dom NeuExp	-0.02 (0.92)	0.03 (0.87)	0.09 (0.62)	0.08 (0.63)	-0.21 (0.23)	0.07 (0.70)	0.16 (0.35)	0.09 (0.63)	0.19 (0.26)	0.16 (0.36)	0.14 (0.43)	0.17 (0.33)
Dom Pos	-0.32 (0.06)	-0.29 (0.09)	-0.31 (0.07)	0.15 (0.39)	-0.20 (0.25)	0.15 (0.39)	0.14 (0.41)	0.00 (0.99)	0.17 (0.34)	0.16 (0.35)	0.06 (0.74)	0.16 (0.35)
Dom Neg	0.02 (0.92)	0.11 (0.54)	0.04 (0.81)	0.14 (0.43)	-0.22 (0.20)	0.10 (0.57)	0.16 (0.37)	-0.02 (0.90)	0.19 (0.27)	0.18 (0.29)	0.02 (0.92)	0.17 (0.33)

Tabla 5.5 Resultados de las correlaciones de Spearman (valores r y entre paréntesis valores p) sobre los datos conductuales de dominancia y los datos neurales (puntuaciones factoriales espaciales - linealmente relacionadas con las amplitudes- de los componentes PRAD).

5.4 DISCUSIÓN

Este estudio se llevó a cabo con el objetivo de explorar a nivel conductual y neural la atención exógena a estímulos emocionales y su consiguiente efecto en la percepción consciente, tanto en la dirección de dominancia como en la de supresión. Para ello, hemos examinado la presencia de sesgos en los indicadores conductuales y neurales de atención exógena y de percepción consciente de distractores emocionales. Este experimento ha presentado una metodología novedosa en cuanto al paradigma, la estimulación y el análisis. Hasta donde sabemos, ningún estudio previo ha aplicado el paradigma de RB intermitente con una tarea de atención exógena a escenas emocionales. Como hemos revisado en la introducción, sólo una parte de dos estudios aplican una tarea de atención exógena junto con el paradigma RB (continua en ambos casos: Alpers y Gerdes, 2007 exp3; Bannerman y cols., 2008 exp1), y ambos utilizan expresiones faciales a modo de distractores emocionales. La estimulación por hemicampos con imágenes en los hemicampos temporales y máscara en los nasales también suponía una novedad respecto a la investigación previa, aunque finalmente no explotamos esta característica puesto que nuestros componentes mostraron una topografía bilateral de acuerdo con nuestros análisis preliminares. En cualquier caso, esta estrategia puede resultar

interesante para estudiar componentes con topografía contralateral en futuros estudios dentro de esta línea (p.ej., N2pc: Wu y cols., 2011).

A nivel conductual, habíamos hipotetizado que las imágenes emocionales capturarían la atención, provocando incrementos en el número de errores y en los TRs y que, consecuentemente, ganarían dominancia con mayor probabilidad que las neutras, en línea con los estudios previos (Pool y cols., 2016; Senwald, 2016; Carboni y cols., 2017; Ruiz-Padial y Mercado, 2012). Sin embargo, los datos conductuales no han mostrado diferencias significativas entre condiciones emocionales a la hora de ganar dominancia y, por su lado, el análisis de los TRs tampoco ha reflejado diferencias entre condiciones emocionales. Estos resultados tampoco han replicado los que se encontraron en el estudio piloto, donde las imágenes negativas mostraron un efecto supresor con menores dominancias que las imágenes neutras con las que rivalizaban. Esta ausencia de efectos se confirma a nivel neural. En este caso, nuestra hipótesis esperaba que los componentes PRAD sensibles a la atención exógena (P1p, P2a, N2), o los sensibles a la percepción consciente (N1, VAN) mostraran diferencias significativas en amplitud entre las condiciones emocionales y neutras. Aunque los ANOVAs mostraron un primer efecto significativo en N1a (130 ms), concretamente de la interacción Emoción x Dominancia, y alrededor de 100 ms más tarde un efecto principal de la Emoción (VAN y P2a), los tamaños de los efectos fueron leves en ambos casos y, lo que es más importante, las comparaciones post-hoc no alcanzaron la significación en ningún caso. No puede descartarse, por tanto, que futuros estudios que introduzcan mejoras en el diseño experimental puedan encontrar diferencias significativas puesto que en este experimento algunos resultados apuntan a esa posibilidad, pero la realidad es que los datos obtenidos nos obligan a falsar la hipótesis planteada, y debemos concluir que la carga emocional de los distractores no modula de forma clara la atención exógena ni el acceso a la consciencia en un paradigma RB.

La discrepancia en los hallazgos de resultados conductuales entre el Experimento 1 y este experimento, corroborada a nivel neural en este caso, puede residir en que en el Experimento 1 se incluyeron ensayos de duraciones más largas (1200 ms) y más repeticiones de las imágenes. Es probable, por consiguiente, que los resultados en el Experimento 1 reflejaran el efecto de una mayor huella de memoria perceptiva. La huella de memoria perceptiva después de muchas repeticiones intermitentes y duraciones mayores de las mismas imágenes se incrementa (Leopold y cols., 2002), lo que en el Experimento 1 habría permitido que, de forma global (incluyendo el efecto de las duraciones más largas que definían más claramente una dominancia y resultaban en un menor número de ensayos no

resueltos), la dominancia se definiera más claramente hacia una u otra imagen y se facilitara su interacción con la emoción. En el presente experimento, el empleo aislado de una de las duraciones y, consecuentemente, un menor número de repeticiones por imagen (con una suma menor de tiempo total de presentación de cada una de las imágenes) puede haber dificultado esta inercia perceptiva y por lo tanto la interacción entre dominancia y emoción.

Los estudios previos que presentan una tarea de atención exógena bajo el paradigma RB (Alpers y Gerdes, 2007 exp3; Bannerman y cols., 2008 exp1) habían encontrado un sesgo de las imágenes positivas y negativas en percepción consciente. En ambos estudios se habían utilizado caras emocionales a modo de distractor, y sobre ellas se situaba un target neutro al que había que responder. Los resultados de ambos experimentos mostraron que las rejillas sobre expresiones faciales emocionales predominaron en mayor medida que las rejillas rivales situadas sobre caras con una expresión neutra. El parámetro analizado en ambos casos fue el tiempo acumulado de percepción consciente en un paradigma de RB continua (duración de los ensayos >10 s). Concretamente, se comparaba el tiempo acumulado de las rejillas sobre expresiones emocionales con el tiempo acumulado de las rejillas sobre expresiones neutras. La ausencia de efectos emocionales sobre la dominancia en nuestro estudio puede explicarse por las diferencias metodológicas que lo separan de los previos. Entre ellas, cabe destacar la utilización de RB intermitente en lugar de continua, el análisis del primer percepto en lugar del tiempo acumulado, el empleo de escenas en lugar de caras o la estimulación por hemicampos. Entendemos, por tanto, que en el caso de la atención exógena, la modulación atencional por parte de distractores emocionales, y la consiguiente modulación en su acceso a la consciencia, es muy sensible al diseño experimental y esa sensibilidad estaría explicando la diferencia de resultados de este experimento con los descritos en la literatura e incluso, como ya hemos comentado, las diferencias con el estudio piloto (Experimento 1). La caracterización de los parámetros experimentales que potencian (o dificultan) la aparición de sesgos en la atención exógena en paradigmas para el estudio del acceso a la consciencia, como el RB, es a nuestro juicio, un ámbito en el que es necesario seguir investigando.

Limitaciones y líneas futuras. La falta de significación tanto en los resultados conductuales como en los PRAD nos señala la conveniencia de introducir modificaciones adicionales en el paradigma empleado en este Experimento 2 (a su vez, derivado de la validación llevada a cabo en el Experimento 1). Por otra parte, teniendo en cuenta que el paradigma no ha producido componentes contralaterales en los PRAD, la presentación por hemicampos no resulta necesaria. Por tanto, en nuestro siguiente estudio, en el que el objetivo es explorar la atención endógena, procedimos a estimular con una única imagen todo

el campo visual, eliminado la necesidad de una máscara y por tanto reduciendo la complejidad perceptiva de la estimulación. En última instancia, estos cambios pueden facilitar una mayor sensibilidad de las respuestas conductuales (notificación de dominancia ocular) y neurales (mayores amplitudes en los componentes que reflejan procesos atencionales y de acceso a la consciencia) al tratamiento experimental.

5.5 CONCLUSIONES

Este estudio tuvo como objetivo la exploración a nivel conductual y neural de la atención exógena -y su efecto en el acceso a la consciencia- a estímulos emocionales bajo un paradigma RB. Los resultados conductuales y neurales no han desvelado de forma clara sesgos atencionales ni de acceso a la consciencia en función de la estimulación, de lo que inferimos que la atención exógena no se ve modulada de forma robusta por la emoción en un paradigma RB, al menos empleando el presente diseño experimental. En este sentido, consideramos que son precisamente estas novedades experimentales que diferencian el diseño de este estudio y el de los estudios previos el factor que podría estar explicando la discordancia de resultados. En particular, la diferencia de los resultados entre el Experimento 1 y el presente probablemente se deba al mayor número de repeticiones de cada estímulo, y con mayores duraciones, del primer experimento respecto a este segundo, lo que haría que la huella perceptiva fuera mayor en el primer caso. Para sortear este aspecto se introducirán cambios en el diseño del siguiente experimento, ya centrado en la atención endógena.

6. EXPERIMENTO 3

RIVALIDAD BINOCULAR DE ESCENAS EMOCIONALES: EL PAPEL DE LA ATENCIÓN ENDÓGENA

Objetivo:

Explorar a nivel conductual (notificación de la experiencia consciente) y neural (PRAD) el acceso a la percepción consciente de estímulos emocionales y neutros con diferente valencia y activación presentados como dianas (targets) en una tarea de atención endógena presentada bajo el paradigma RB.

Hipótesis:

A nivel conductual esperamos un efecto de la activación emocional: las imágenes emocionales recibirán más atención endógena (menores tiempos de reacción y/o número de errores en la tarea) y ganarán dominancia en mayor medida que las imágenes neutras (mayores tasas de dominancia para las imágenes emocionales en comparación con las imágenes neutras).

A nivel neural esperamos un efecto de activación paralelo al conductual: los componentes PRAD sensibles a la estimulación emocional en tareas de atención endógena (el pico EPN a los 250 ms y el LPP a los 600 ms) y al contenido percibido conscientemente (P1, N2 y VAN) mostrarán mayor amplitud ante las condiciones emocionales que ante las neutras.

6.1 INTRODUCCIÓN

La modulación emocional de la atención endógena se manifiesta en diferencias en los tiempos de reacción y tasas de error al comparar estímulos con valencia emocional positiva y negativa con neutros (De Cesarei y Codispoti, 2006; Hajcak y cols., 2006). Los estudios que han explorado este sesgo con registros PRAD han encontrado diferencias en la amplitud de ciertos componentes atribuibles a la carga emocional de los estímulos. En concreto, los componentes *Early Posterior Negativity* (EPN, 250 ms aprox.) y el *Late Positive Potential* (LPP, 600 ms aprox.) muestran modulación emocional en tareas de atención endógena, mostrando mayores amplitudes ante estímulos activantes tanto positivos como negativos (p.ej., Schupp y cols.,

2006; Wiens y cols., 2011). Estos componentes presentan distribuciones temporo-occipitales en el caso del EPN y centrales en el caso del LPP.

En el caso de la RB, esta modulación emocional con tareas de atención endógena se ha observado en forma de mayores tiempos acumulados en la percepción consciente de los estímulos emocionales en comparación con estímulos neutros rivales y/o en la ocurrencia del primer percepto, es decir qué estímulo se percibe en primer lugar (Alpers y cols., 2005; Alpers y Gerdes, 2007; Bannerman y cols., 2008; Yoon y cols., 2009). Los estudios que han examinado los correlatos neurales de percepción consciente con medidas conjuntas de RB intermitente y EEG (Kornmeier y Bach, 2012; Sandberg y cols., 2013; 2014) han utilizado contenido emocional neutro. Estos estudios han encontrado diferencias en la señal EEG relacionadas con la ventana de tiempo *visual awareness negativity* (VAN, 130-320 ms) originado en las cortezas sensoriales de acuerdo con análisis de estimación de fuentes (Sandberg y cols., 2013; 2014).

En este estudio proponemos una tarea de atención endógena con escenas emocionales y dos modalidades de estimulación visual: RB intermitente (presentación de parejas de escenas positivas-neutras, negativas-neutras y neutras-neutras) y sin rivalidad (visión binocular normal; presentación de escenas positivas, negativas y neutras). De esta forma pretendemos explorar los sesgos atencionales en la percepción consciente de estímulos emocionales y comparar dichos sesgos entre el modo monocular (presentación RB) y el binocular (presentación sin rivalidad) para caracterizar las peculiaridades del primero. Además, registramos la señal PRAD para examinar los correlatos neurales de posibles sesgos atencionales y en la percepción consciente. Así, hipotetizamos que, conductualmente, en el formato RB las imágenes con contenido emocional positivo y negativo tenderán a ser atendidas (menores tiempos de reacción y número de errores) y, en consecuencia, percibidas conscientemente (mayor dominancia), en mayor medida que las neutras con las que rivalizan, mientras que en el formato NR únicamente detectaremos los correlatos atencionales (tiempos de reacción y la tasa de error serán mayores en el caso de las escenas emocionales). A nivel neural, la actividad de las ventanas de tiempo correspondientes a los componentes sensibles a la atención endógena (EPN, LPP) y/o percepción consciente (VAN) mostrarán mayores amplitudes ante las escenas emocionales positivas y negativas.

6.2 MÉTODO

6.2.1 Participantes

Treinta y tres participantes de la Universidad Autónoma de Madrid formaron parte del experimento, aunque únicamente se analizaron los datos de 28 (23 mujeres; edad

media=19.57; DT=1.50; rango: 18-23). Los detalles de las cinco exclusiones se explican más adelante. En todos los casos contaban con visión normal o corregida, la participación fue voluntaria después de dar su consentimiento por escrito y recibieron compensación académica. El estudio contaba con la aprobación del Comité de Ética de la Universidad Autónoma de Madrid.

6.2.2 Estímulos y procedimiento

El experimento constaba de dos formatos de presentación visual (a partir de ahora Formato), estimulación RB y no rival (NR), y tres condiciones emocionales, Positiva, Negativa y Neutra. Los estímulos consistían, por una parte, en fotografías de animales, 108 en total, divididas en tres grupos de 36 en función del factor Emoción: grupo positivo (18 cachorros perros y 18 cachorros gatos), grupo negativo (18 serpientes y 18 arañas) y grupo neutro (18 peces y 18 pájaros). Además, se seleccionaron 108 imágenes de objetos neutros e inanimados comunes en la vida diaria (p. ej., tazas) o comida (p. ej., una coliflor)² como categoría neutra de control. Así, en el formato RB, cada ensayo se compuso de dos imágenes, una para cada ojo, una de ellas un animal (Positivo, Negativo o Neutro) y la otra un objeto (siempre de valencia neutra). En el formato NR, los ensayos consistían en una única imagen de cualquiera de los cuatro tipos (objeto, animal positivo, animal negativo o animal neutro). Las imágenes del formato RB y del formato NR eran las mismas, por lo que el orden de ambos formatos se contrabalanceó, como se explicará más abajo, para equilibrar los efectos de la habituación en ambos formatos.

En el formato RB se presentaron 36 parejas (animal vs objeto) por condición emocional que aparecían cuatro veces cada una, dos veces en el ojo derecho y dos en el ojo izquierdo. Es decir, en el formato RB el número de ensayos fue de 36 parejas x 3 emociones x 4 presentaciones (432 ensayos). Las parejas se formaron de manera aleatoria (cualquier animal vs cualquier objeto) para cada participante, y la luminosidad se modificaba automáticamente en el momento de la presentación para que fuera equivalente para ambas imágenes rivales (mediante la función `rgb2gray` de MATLAB). En el formato NR se conservó la luminosidad modificada para cada imagen. En este otro formato, cada una de las imágenes se presentó dos veces haciendo que el número de presentaciones fuera 216 (108 x 2) animales (positivos, negativos y neutros) y 216 objetos (neutros de control), 432 en total. Así, el número total de ensayos para todo el experimento (Formato RB + Formato NR) fue 864. Todos los estímulos contaban con un marco negro alrededor para facilitar que fueran percibidos en el

² Las fotos pertenecen a la base de datos de EmoMadrid y también se recogieron de internet. Todas las fotos se pueden visualizar en [Hernández-Lorca \(2019\)](#)

mismo lugar del campo visual en formato RB (Figura 6.1a) y este marco negro se conservó también para el formato NR (Figura 6.1b). El ángulo visual del diámetro dentro del marco negro medía 1.59° en ambos formatos. Para controlar otras posibles diferencias en frecuencia espacial, se llevó a cabo un ANOVA de un factor con las cuatro categorías como factor (Positiva, Negativa, Neutra y Objeto) comparando los cuatro grupos de fotos. Este análisis no mostró diferencias significativas en ninguna banda de frecuencia (Tablas 6.1 y 6.2).

Cada participante se sentó en una cabina del laboratorio aislada eléctricamente a 70 cm de la pantalla. La presentación de estímulos se programó en MATLAB (Mathworks) con la extensión Psychtoolbox 3 (Psychophysics Toolbox; Brainard, 1997; Kleiner y cols., 2007). Dicha presentación se llevó a cabo en un monitor ViewPixx y la RB se indujo con las gafas LCD 3DPixx, de la misma manera que se ha detallado en el Experimento 2. La tarea tanto en RB como en NR consistía en informar mediante la pulsación en un teclado de la percepción subjetiva del contenido de las imágenes. Para ello, se debía pulsar una tecla en el caso de que la percepción subjetiva fuera un animal y otra tecla en el caso de que fuera un objeto. Además, en el Formato RB contaban con una tercera tecla para informar sobre percepción fusionada. Los estímulos se presentaban en la pantalla durante 600 ms y a continuación aparecía una pantalla gris con una cruz negra en el centro como punto de fijación durante 1200 ms (Figura 6.1 c y d). La presentación se dividió en cuatro bloques, dos RB y dos NR, con una pausa autocontrolada entre ellos. La mitad de los participantes comenzaron la tarea con RB y la otra mitad con NR. Al comienzo de cada Formato visual (RB y NR), los participantes tuvieron 19 ensayos de práctica con imágenes neutras que no formaban parte de la tarea. La tarea se llevaba a cabo con una sola mano y se pedía que cambiaran de mano cuando habían completado la mitad de los bloques con la intención de controlar la influencia de respuestas motoras en la señal neural. La mano con la que comenzaban a responder la tarea, izquierda o derecha, se equilibró en el total de participantes, de tal manera que la mitad comenzó con la mano derecha y la mitad con la mano izquierda. Dentro de cada bloque, el orden de los estímulos fue aleatorio para cada participante. En las instrucciones también se indicó que miraran de manera continuada al centro de la pantalla y que parpadearan lo menos posible.

Después de terminar la tarea, los participantes evaluaron las imágenes que habían formado parte de la tarea experimental en las dimensiones de Valencia y Activación en una escala del 1 (muy negativo/muy relajante) a 5 (muy positivo/muy activante). La Tabla 6.1 muestra las medias y desviaciones típicas de las valoraciones de las imágenes en Valencia y Activación, mientras que la Tabla 6.2 recoge los resultados de las comparaciones. Como puede apreciarse, el ANOVA de un factor de medidas repetidas sobre ambas dimensiones confirmó

que i) todas las categorías difieren en Valencia, excepto la Neutra y el Objeto y ii) no había diferencias estadísticamente significativas en Activación entre las imágenes Positivas y Negativas, pero sí eran significativamente diferentes de la categoría Objeto. Además, y como complemento a este cuestionario sobre Valencia y Activación, cada participante rellenó un breve cuestionario sobre miedos con 10 ítems que recogía en una escala del 1 (ningún miedo) al 10 (máximo miedo), incluyendo los 6 animales que se presentaban en la tarea con el fin de comprobar que las especies animales elegidas como categorías emocionales en la tarea representaban las valencias emocionales esperadas, es decir, miedo medio-alto para las serpientes y arañas y bajo o ninguno para los perros, gatos, pájaros y peces. Los resultados de este último cuestionario (media \pm DT de los animales positivos, negativos y neutros: 1.91 \pm 1.61; 7.39 \pm 2.14 y 1.78 \pm 1.59, respectivamente) siguieron el patrón esperado: los contrastes no paramétricos revelaron que únicamente los animales negativos fueron evaluados como inductores de miedo, y se diferenciaron estadísticamente de los animales positivos y neutros ($\chi^2(2)=47.535$; $p<0.001$; pruebas post-hoc pareadas: Pos vs Neu: $Z=-0.131$, $p=0.754$; Neg vs Pos: $Z=-0.463$, $p<0.001$; Neg vs Neu [$Z=-4.629$, $p<0.001$]).

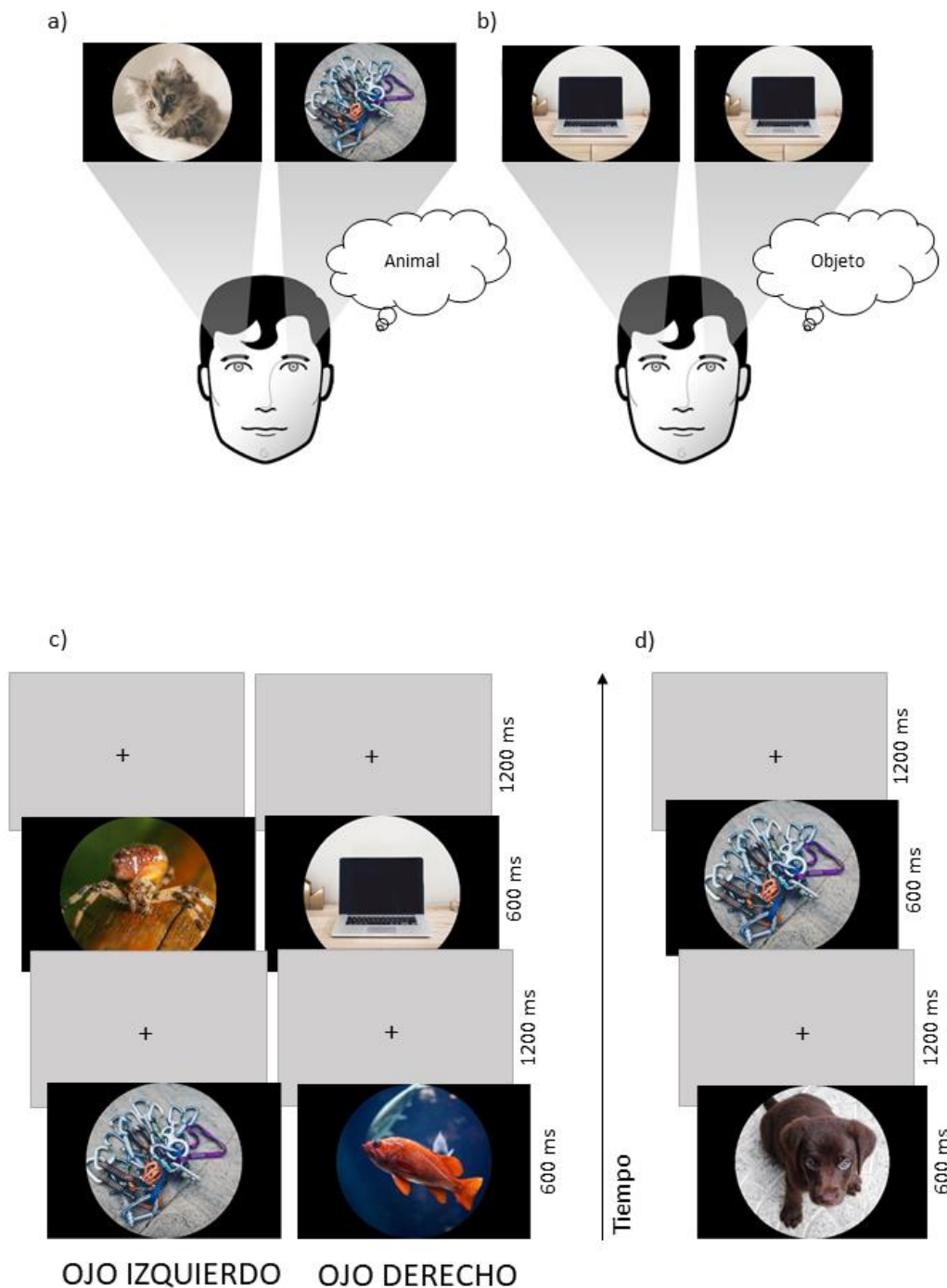


Figura 6.1 a) En el Formato RB se presenta una imagen mostrando un animal (positivo, negativo o neutro) en un ojo y una imagen mostrando un objeto (neutro) en el otro ojo. La tarea consiste en pulsar una tecla en el caso de que la percepción subjetiva sea de un animal, otra tecla en el caso de que sea un objeto o una tercera tecla para indicar fusión de imágenes. b) En el Formato NR se presenta la misma imagen a los dos ojos y la tarea consiste en contestar mediante un teclado si el contenido de la imagen contiene animal(es) u objeto(s). c) Línea temporal en la que se indica la duración de los ensayos y pantalla interensayos en el caso del Formato RB y d) en el caso del Formato NR.

	Animales Positivos	Animales Negativos	Animales Neutros	Objetos
(a) Puntuaciones subjetivas				
Valencia	4.19 (1.00)	1.88 (1.07)	3.36 (0.73)	2.93 (0.29)
Activación	3.36 (1.02)	4.04 (1.06)	3.03 (0.43)	2.55 (0.60)
(b) Frecuencia Espacial de las Imágenes				
SF 768-384	133.5880 (99.7460)	243.0897 (219.6448)	143.7511 (147.5422)	184.1304 (225.2317)
SF 384-192	982.6309 (682.5825)	1.6114e+03 (1.6114e+03)	969.3767 (885.4592)	1.2550e+03 (1.3546e+03)
SF 192-96	6.3491e+03 (4.3344e+03)	9.3103e+03 (7.0310e+03)	6.2324e+03 (5.1626e+03)	7.6307e+03 (7.4075e+03)
SF 96-48	4.3702e+04 (3.0070e+04)	5.2881e+04 (3.5105e+04)	3.7909e+04 (2.7892e+04)	4.6275e+04 (4.1092e+04)
SF 48-24	3.0250e+05 (1.8637e+05)	2.7769e+05 (1.7273e+05)	2.2998e+05 (1.5105e+05)	2.6776e+05 (2.1002e+05)
SF 24-12	1.8464e+06 (1.0058e+06)	1.4365e+06 (9.0476e+05)	1.2393e+06 (7.2519e+05)	1.5109e+06 (1.0412e+06)
SF 12-6	1.0178e+07 (5.8896e+06)	7.1623e+06 (5.0154e+06)	7.1290e+06 (3.9828e+06)	8.6152e+06 (7.6912e+06)
SF 6-3	5.2575e+07 (3.9991e+07)	3.2928e+07 (2.6852e+07)	3.9844e+07 (3.1039e+07)	3.8370e+07 (3.3534e+07)
SF Residual	1.3764e+09 (7.7762e+08)	1.1983e+09 (7.5448e+08)	1.1141e+09 (8.4668e+08)	1.4874e+09 (9.1274e+08)

Tabla 6.1 Medias y desviaciones típicas (en paréntesis) de las valoraciones subjetivas y propiedades físicas de los estímulos: (a) valencia subjetiva (1 muy negativo – 5 muy positivo) y activación (1 nada activante – 5 muy activante) de las imágenes; (b) frecuencias espaciales de las imágenes (ciclos/imagen)

	F	gl	p	η^2_p
Valencia	33.898	3, 107	<0.001	0.511
Pos-Neg			<0.001*	
Pos-Neu			<0.001*	
Pos-Obj			<0.001*	
Neg-Neu			<0.001*	
Neg-Obj			0.001*	
Neu-Obj			0.053*	
Activación	16.108	3, 107	<0.001	0.310
Pos-Neg			0.169*	
Pos-Neu			0.229*	
Pos-Obj			0.018*	
Neg-Neu			<0.001*	
Neg-Obj			<0.001*	
Neu-Obj			0.020*	
SF 768-384	2.311	3, 212	0.077	0.031
SF 384-192	2.602	3, 212	0.053	0.036
SF 192-96	1.862	3, 212	0.137	0.026
SF 96-48	1.082	3, 212	0.358	0.015
SF 48-24	0.843	3, 212	0.471	0.011
SF 24-12	2.310	3, 212	0.077	0.032
SF 12-6	1.683	3, 212	0.172	0.023
SF 6-3	2.350	3, 212	0.073	0.032
SF Residual	2.270	3, 212	0.081	0.031

Tabla 6.2 Resultados del ANOVA de medidas repetidas de las valoraciones subjetivas de los estímulos y del ANOVA de un factor para el análisis de la densidad espectral de las distintas bandas de frecuencia (F, grados de libertad [gl], probabilidad [p] y tamaño del efecto [η^2_p]). Las probabilidades marcadas con asterisco corresponden a las comparaciones post-hoc (con corrección Bonferroni).

6.2.3 Registro y preprocesamiento

Para registrar la actividad electroencefalográfica se colocaba un gorro elástico con 59 electrodos de estaño distribuidos por el cuero cabelludo (Electrocap International, Eaton, OH) siguiendo el sistema internacional 10-20 y con el electrodo de referencia colocado en la punta de la nariz. Además, se registraron los movimientos oculares con electrodos colocados supra- e infraorbitariamente (EOG vertical) y en los cantos oculares (EOG horizontal). La tasa de muestreo de la señal fue de 420 Hz y se aplicó un filtro online de paso de banda de entre 0.3 y 10000 Hz. El registro se dividió en épocas de entre 200 ms antes de la aparición del estímulo hasta los 1200 ms postestímulo. La respuesta conductual se registró mediante una botonera con tres opciones de respuesta en el Formato RB y dos opciones de respuesta en el Formato NR (véase el apartado anterior). Los ensayos no resueltos en la condición RB (percepción mixta: 15.11%, 18.34% y 18.20% de los ensayos para las condiciones Positiva, Negativa y Neutra, respectivamente) o no contestados en ambas condiciones visuales fueron excluidos del análisis. En el preanálisis se aplicó un filtro offline de 0.3 a 30 Hz con la extensión Fieldtrip para MATLAB (Oostenveld y cols., 2011).

Los artefactos oculares provocados por parpadeos se eliminaron mediante un análisis de componentes principales (*Independent Component Analysis*, ICA) (Jung y cols., 2000) con la extensión Fieldtrip y se procedió a la inspección ocular de todas las épocas para descartar aquellas en las que los participantes hubieran movidos los ojos horizontalmente, dado que para garantizar la inducción de RB es de gran importancia que no hubiera movimientos oculares. Los electrodos que presentaran artefactos de manera consistente fueron linealmente interpolados con los electrodos vecinos. Un participante se excluyó del análisis por presentar más del 15% de electrodos candidatos a interpolación. En el Formato RB se etiquetaron las épocas en función de la respuesta del participante en cuanto a qué estímulo dominaba. Así, en función de dicha respuesta, tenemos un total de 10 condiciones: i) animal positivo vs. objeto con respuesta animal, ii) animal negativo vs objeto con respuesta animal, iii) animal neutro vs. objeto con respuesta animal, iv) animal positivo vs. objeto con respuesta objeto, v) animal negativo vs. objeto con respuesta objeto, vi) animal neutro vs. objeto con respuesta objeto, vii) visión normal con animal positivo, viii) visión normal con animal negativo, ix) visión normal con animal neutro, y x) visión normal con objeto neutro. La Tabla 6.3 presenta el número mínimo y el promedio de ensayos aceptados para cada una de estas condiciones.

	RB – Dominancia Animal			RB – Dominancia Objeto			NR			
	Pos	Neg	Neu	Pos	Neg	Neu	Pos	Neg	Neu	Obj
Min. Ensayos	25	28	24	14	30	21	39	29	35	109
Media (DT) Ensayos	68.89 (19.30)	47.71 (12.85)	55.21 (16.67)	40.96 (15.64)	58.04 (16.19)	51.11 (14.70)	60.54 (8.86)	52.57 (9.20)	57.32 (9.30)	175.04 (28.39)

Tabla 6.3 Número mínimo y media del número de ensayos (entre paréntesis desviaciones típicas) aceptados para cada condición. De cara a los análisis, las dominancias Obj>Pos, Obj>Neg y Obj>Neu se combinaron una única condición Obj.

6.2.4 Análisis estadístico

Cuatro de los de cinco participantes excluidos del análisis se debió a problemas en los datos conductuales (compromiso bajo con la tarea: tasas de error por encima de 0.40, cuando la tasa de error promedio del grupo en el Formato NR fue de 0.14 ± 0.09) y, el quinto, como se indicó en la sección anterior, por la baja calidad de los registros EEG.

Datos conductuales

Los Tiempos de Reacción (TRs) y Tasas de Error -sólo analizables en el formato NR- (TEs; rango 0-1) se sometieron a contrastes no paramétricos por presentar distribuciones no normales (pruebas K-S: $D(280)=0.175$, $p<0.001$ y $D(112)=0.155$, $p<0.001$, respectivamente). Sin embargo, los porcentajes de Dominancia (DOM; rango 0-100) sí presentaban una distribución normal (prueba K-S test: $D(168)=0.033$, $p=0.200$).

Las TRs y TEs se sometieron a la prueba de Friedman sobre la Categoría de Estímulo (Pos, Neg, Neu, Obj) y las comparaciones por pares se llevaron a cabo con la prueba de Wilcoxon y la estimación del tamaño del efecto con la prueba W de Kendall. Estas categorías se designan en función de la imagen que dominó (p.ej., la categoría Pos está compuesta por los ensayos en los que el estímulo positivo dominó sobre Obj); la categoría Obj agrupó a los ensayos en los que Obj dominó sobre Pos, Neg y Neu, una vez comprobado que los TRs no diferían entre esos tres niveles ($\chi^2(2)=3.071$, $p=0.215$). Para las DOM se llevó a cabo un ANOVA de un factor de medidas repetidas sobre la Categoría (Pos, Neg, Neu).

Análisis de PRAD

Para detectar y cuantificar los componentes PRAD relevantes, empleamos un análisis de componentes principales temporal (ACPt) (Chapman y McCrary, 1995; Chapman y cols., 2004; Dien, 2010; 2012) y extrajimos aquellos componentes (factores temporales; FTs) que explicaban la mayor parte de la varianza en el dominio temporal. Las puntuaciones de los FTs

están linealmente relacionadas con las amplitudes y a su vez se ven menos contaminadas por otros componentes que las amplitudes directas (Carretié y cols., 2004). La decisión sobre el número de factores a extraer se basó en el gráfico de sedimentación (Cliff, 1987) y los factores extraídos se sometieron a rotación promax (Dien, 2010; 2012). Los FTs se sometieron a su vez a un ACP espacial (ACPe), para definir agrupaciones de electrodos (y sus pesos dentro de cada región) que explican la mayor parte de la varianza dentro de cada FT. Los factores extraídos (factores espaciales; FEs) también se sometieron a rotación promax.

Las puntuaciones espaciales resultantes del ACPe (linealmente relacionadas con la amplitud) se sometieron a un ANOVA de dos factores: 2 Formato (RB, NR) x 4 Categoría (Pos, Neg, Neu, Obj). Estas categorías, como se ha indicado, se designan en función de la imagen que dominó (p.ej., la categoría Pos está compuesta por los ensayos en los que el estímulo positivo dominó sobre Obj). En los casos necesarios se aplicó la corrección Greenhouse-Geisser para ajustar los grados de libertad. Las comparaciones post-hoc se llevaron a cabo mediante el método Bonferroni, y el tamaño del efecto se calculó mediante el estadístico eta-cuadrado parcial (η^2_p).

De la misma manera que en el análisis de la conducta habíamos colapsado todos los TRs donde el objeto dominaba sobre el animal (ya fuera positivo, negativo o neutro), comprobamos que los FEs correspondientes a aquellas épocas en las que esto ocurría no difirieran estadísticamente para poder colapsarlas, también en este caso, en un único nivel objeto (dentro del factor Categoría). Un ANOVA de medidas repetidas no reveló diferencias significativas en ningún FE ($p > 0.05$, ver Tabla 6.4 para los detalles de los contrastes), por lo que se colapsaron los tres niveles en uno único.

FT	Latencia	FE	F	df	p
11	280 ms	FT11FE1	1.171	2,54	0.843
		FT11FE2	0.616	2,54	0.544
		FT11FE3	0.812	2,54	0.449
3	600 ms	FT3FE1	0.097	2,54	0.908
		FT3FE2	0.250	2,54	0.780

Tabla 6.4. Resultados de los ANOVAs de medidas repetidas para los datos neurales de los ensayos que terminaban en dominancia del objeto vs animal positivo, negativo y neutro

Relación Conducta-PRADs

Dentro del Formato RB, y para analizar la relación entre los datos subjetivos/conductuales de percepción consciente (DOM y TRs) y los componentes de los PRAD (puntuaciones factoriales resultantes del ACPe, linealmente relacionadas con la amplitud como se ha indicado) que muestren efectos significativos, y con el fin de determinar cuál de ellos se asocia en mayor

medida con la conducta, llevamos a cabo un análisis de correlación de Spearman debido a la no-normalidad de las distribuciones (pruebas K-S: $D(280)=0.175$, $p<0.001$ y $D(112)=0.155$, $p<0.001$ para TRs y TEs). Asimismo, en el formato NR analizamos la correlación entre conducta (TRs y TEs) y la amplitud de los componentes de los PRAD que mostraron efectos significativos.

6.3 RESULTADOS

Resultados conductuales

Los TRs y las TEs fueron analizados con la prueba de Friedman para el factor Categoría (Pos, Neg, Neu en el formato RB, y además Obj en el formato NR), mientras que las DOM fueron analizadas con un ANOVA de medidas repetidas también sobre el factor Categoría. La Tabla 6.5 recoge las medias y desviaciones típicas de todos los parámetros conductuales, la Tabla 6.6 muestra los resultados de los contrastes y la Figura 6.2 los ilustra gráficamente.

En el formato RB, los resultados sobre los TRs mostraron un efecto principal de la Categoría estimular (Test de Friedman: $\chi^2(3) = 29.186$; $p<0.01$, $W=0.347$). Las comparaciones por pares mediante el test de Wilcoxon mostraron que las respuestas en las que el objeto había sido percibido conscientemente (había dominado sobre el animal) eran en general más tardías que las demás condiciones. El ANOVA de medidas repetidas de las DOM mostró también un efecto principal de la Categoría estimular ($F(2,54)=40.387$, $p<0.001$, $\eta^2_p=0.315$). Concretamente, las comparaciones por pares Bonferroni mostraron que las tres condiciones emocionales se diferenciaban significativamente entre ellas ($ps<0.05$; Pos>Neu>Neg). Además, realizamos una prueba T sobre las DOM para cada Categoría para averiguar si los estímulos emocionales tenían la misma probabilidad de ser percibidos conscientemente que el estímulo neutro (objeto) con el que rivalizaban. Este test reveló que los animales positivos y negativos presentaban una probabilidad superior ($t(27)=6.05$, $p<0.01$) e inferior ($t(27)=-2.81$, $p<0.01$) al azar, respectivamente; mientras que los animales neutros y los objetos no se diferenciaban significativamente del azar en cuanto a la probabilidad de ser percibidos conscientemente cuando rivalizaban entre ellos ($t(27)=0.42$; $p=0.68$).

En el bloque NR se encontró un efecto principal del factor Categoría (Pos, Neg, Neu y Obj) en los TRs (Test de Friedman: $\chi^2(3)=35.74$, $p<0.01$, $W=0.426$). Las imágenes positivas se relacionaban con TRs más rápidos que las negativas (Prueba de Wilcoxon post-hoc $Z=-4.076$, $p<0.001$), neutras ($Z=-3.598$, $p<0.001$) y objetos ($Z=-4.623$, $p<0.001$). Al analizar las TEs también se descubrió un efecto principal de la Categoría (Test de Friedman: $\chi^2(3)=48.25$, $p<0.01$, $W=0.574$), en cuanto a que se cometieron menos errores en la condición positiva

comparada con las demás ($Z=4.625$, $p<0.001$, $Z=4.311$, $p<0.001$, $Z=2.584$, $p=0.01$, condiciones Neg, Neu y Obj, respectivamente), y la condición Neg mostró mayores TEs que las demás condiciones ($Z=4.625$, $p<0.001$; $Z=-2.300$, $p<0.021$; $Z=-3.736$, $p<0.001$; Pos, Neu, y Obj, respectivamente).

	RB – Dominancia Animal			RB – Dominancia Objeto			NR			
	Pos	Neg	Neu	Pos	Neg	Neu	Pos	Neg	Neu	Obj
DOM (0-100)	61.47 (10.03)	44.94 (9.52)	50.90 (11.17)	38.53 (10.03)	55.06 (9.52)	49.10 (11.17)				
TE (0-1)							0.09 (0.07)	0.21 (0.09)	0.15 (0.09)	0.12 (0.08)
TR (s)	0.73 (0.14)	0.75 (0.15)	0.74 (0.14)	0.77 (0.15)	0.79 (0.15)	0.79 (0.17)	0.62 (0.07)	0.65 (0.09)	0.64 (0.08)	0.65 (0.07)

Tabla 6.5 Medias y desviaciones típicas (entre paréntesis) de los porcentajes de Dominancia (DOM, rango 0-100), tasas de Error (TE, rango 0-1) y los tiempos de reacción (TR, expresados en segundos -s-)

	F	gl	p	η^2_p
Dominancia (Formato RB)	40.387	2, 54	<0.001	0.315
Pos-Neg			<0.001*	
Pos-Neu			<0.001*	
Neg-Neu			0.042*	
	χ^2			Kendall W
TE (Formato NR)	48.25	3	<0.01	0.537
	Z			
Pos-Neg	4.625		<0.001	
Pos-Neu	4.311		<0.001	
Pos-Obj	2.584		0.010	
Neg-Neu	-3.943		<0.001	
Neg-Obj	-3.736		<0.001	
	χ^2			Kendall W
TR (Formato RB)	29.186	3	<0.01	0.347
	Z			
Pos-Neg	1.799		0.072	
Pos-Neu	1.822		0.068	
Pos-Obj	3.552		<0.001	
Neg-Neu	-1.070		0.285	
Neg-Obj	3.347		0.001	
Neu-Obj	4.349		<0.001	
	χ^2			Kendall W
TR (Formato NR)	35.74	3	<0.001	0.537
	Z			
Pos-Neg	-4.076		<0.001	
Pos-Neu	-3.598		<0.001	
Pos-Obj	-4.623		<0.001	
Neg-Neu	-2.300		0.021	
Neg-Obj	0.524		0.600	
Neu-Obj	2.163		0.031	

Tabla 6.6 Resultados de los análisis de comparación de medias (ANOVA de medidas repetidas o prueba de Friedman) de los porcentajes de Dominancia, Tasa de Error (TE) y Tiempos de Reacción (TR). Estadísticos ANOVA, Friedman y Wilcoxon (F, χ^2 Z), grados de libertad [gl], probabilidad (p), tamaño del efecto (η^2_p , Kendall W). Las probabilidades marcadas con asterisco corresponden a las comparaciones post-hoc (con corrección Bonferroni).

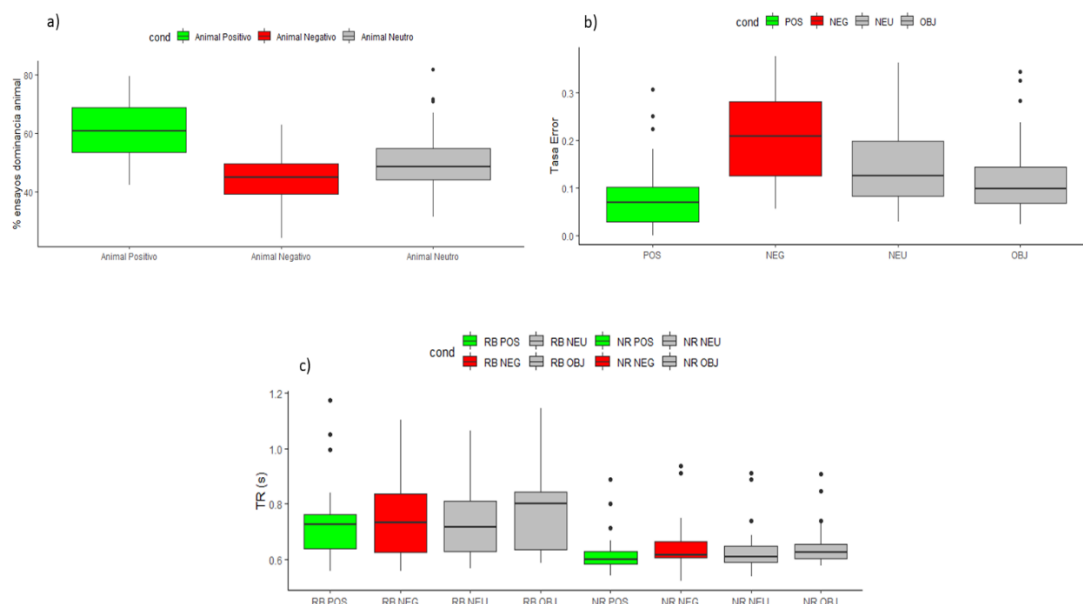


Figura 6.2 Diagramas de cajas representando las medias y distribuciones de los resultados conductuales. (a) Porcentaje de ensayos que terminaron en dominancia de animal en el formato RB. (b) Tasas de error por Categoría en el formato NR. (c) Tiempos de reacción por Categoría y Formato.

Efectos experimentales sobre los componentes PRAD

El ACPT extrajo 11 FTs de los PRADs de los cuales dos eran componentes de interés. Estos FTs se representan en la Figura 6.3a y se corresponden, respectivamente, con EPN/VAN (FT11 \approx 280 ms) y LPP (FT3 \approx 630 ms). Sobre cada uno de estos FTs se llevó a cabo un ACPE, y se extrajeron tres FEs en el caso de FT11 y dos en el de FT3. Las puntuaciones factoriales de cada FE se sometieron a un ANOVA de medidas repetidas introduciendo Formato (RB, NR) y Categoría (Pos, Neg, Neu, Obj) como factores. La Tabla 6.7 recoge las medias y desviaciones típicas de las puntuaciones factoriales espaciales, la Tabla 6.8 muestra los resultados de los contrastes sobre dichas puntuaciones y la Figura 6.3c contiene representaciones topográficas de las cargas factoriales espaciales.

	RB – Dominancia Animal			RB – Dominancia Objeto			NR			
	Pos	Neg	Neu	Pos	Neg	Neu	Pos	Neg	Neu	Obj
FT11FE1 (EPN centro-parietal)	0.22 (0.83)	-0.01 (1.05)	-0.12 (0.75)	-0.39 (1.05)	-0.43 (0.77)	-0.47 (0.74)	0.64 (1.11)	0.06 (0.94)	0.38 (1.24)	0.13 (0.91)
FT11FE2 (VAN–posterior)	-0.17 (0.76)	-0.02 (0.96)	0.27 (1.03)	0.05 (0.97)	0.08 (0.96)	-0.04 (0.95)	-0.21 (1.11)	-0.21 (1.37)	0.06 (0.98)	0.18 (0.83)
FT11FE3 (P2-VAN– posterior)	-0.21 (0.89)	-0.04 (1.00)	0.09 (1.07)	-0.21 (0.89)	0.09 (0.85)	-0.06 (0.93)	-0.02 (1.04)	-0.06 (1.33)	0.03 (1.02)	0.21 (0.93)
FT3FE1 (LPP– anterior)	0.23 (0.84)	0.06 (1.09)	-0.71 (0.78)	-0.28 (1.06)	-0.34 (0.80)	-0.34 (0.83)	0.44 (1.16)	-0.05 (0.94)	0.26 (1.28)	0.06 (1.28)
FT3FE2 (LPP– posterior)	0.15 (0.86)	0.13 (1.05)	0.10 (0.67)	-0.19 (1.08)	-0.08 (0.94)	-0.18 (0.97)	-0.06 (1.15)	-0.00 (0.91)	0.12 (1.36)	0.01 (0.93)

Tabla 6.7 Medias y desviaciones típicas (en paréntesis) de las respuestas neurales (puntuaciones factoriales espaciales).

EPN/VAN (FT11: pico a los 280 ms). El ANOVA en el FT11FE1 (VAN), que se distribuye sobre la región centroparietal y presenta polaridad negativa en esta región, mostró un efecto principal del Formato ($F(1,27)=7.155$, $p=0.013$, $\eta^2_p=0.209$; $NR > RB$) y un efecto principal de la Categoría ($F(3,81)=9.781$, $p<0.001$, $\eta^2_p=0.266$). Recordemos que Categoría (Neg, Neu, Pos, Obj) designa qué imagen dominó en cada ensayo. Los tests post-hoc de Bonferroni revelaron que la condición Pos indujo mayores amplitudes (más negativas, puesto que este componente cuenta con polaridad negativa) que el resto de las condiciones (Pos>Neg, $p=0.025$; Pos>Neu, $p=0.027$; Pos>Obj, $p<0.001$). También revelaron diferencias Neu>Obj ($p=0.024$). Los resultados en el FT11FE2 (EPN), con una distribución occipital, reveló asimismo un efecto principal de la Categoría ($F(3,81)=4.666$, $p=0.005$, $\eta^2_p=0.147$). De acuerdo con las pruebas post-hoc, las imágenes Pos provocaron mayor amplitud (más negativa) que Neu ($p=0.009$) y Obj ($p=0.021$).

LPP (FT3; pico a los 630 ms). El ANOVA en el FT3FE1, con una distribución frontocentral, reveló un efecto principal de la Categoría ($F(3,81)=5.519$, $p=0.002$, $\eta^2_p=0.170$). Las pruebas post-hoc manifestaron que Pos provocó una amplitud mayor que Obj ($p<0.001$).

FT	FE		F	df	p	η_p^2
FT 11 EPN / VAN	FT11FE1	Formato	7.155	1,27	0.013	0.209
		Categoría	9.781	3,81	<0.001	0.266
		Pos-Neg			0.025*	
		Pos-Neu			0.027*	
		Pos-Obj			<0.001*	
		Neg-Neu			1.000*	
		Neg-Obj			0.631*	
		Neu-Obj			0.024*	
		Form x Categ	2.157	3,81	0.100	0.074
	FT11FE2	Formato	0.464	1,27	0.502	0.017
		Categoría	4.666	3,81	0.005	0.147
		Pos-Neg			1.000*	
		Pos-Neu			0.009*	
		Pos-Obj			0.021*	
		Neg-Neu			0.236*	
		Neg-Obj			0.430*	
		Neu-Obj			1.000*	
		Form x Categ	1.542	3,81	0.210	0.054
	FT11FE3	Formato	0.701	1,27	0.410	0.025
Categoría		1.830	3,81	0.148	0.063	
Form x Categ		1.407	3,81	0.247	0.050	
FT3 LPP	FT3FE1	Formato	1.842	1,27	0.186	0.064
		Categoría	5.519	3,81	0.002	0.170
		Pos-Neg			0.224*	
		Pos-Neu			0.112*	
		Pos-Obj			<0.001*	
		Neg-Neu			1.000*	
		Neg-Obj			1.000*	
	Neu-Obj			0.132*		
	Form x Categ	1.598	3,81	0.196	0.056	
	FT3FE2	Formato	0.036	1,27	0.851	0.001
		Categoría	0.835	3,81	0.479	0.030
		Form x Categ	1.125	3,81	0.344	0.040

Tabla 6.8 Resultados del ANOVA de medidas repetidas de las puntuaciones factoriales resultantes del ACPE (F, grados de libertad [gl], probabilidad [p] y tamaño del efecto [η_p^2]). Las probabilidades marcadas con asterisco corresponden a las comparaciones post-hoc (con corrección Bonferroni).

Relación conducta-PRAD

Los análisis de correlación de Spearman sobre los datos conductuales y neurales (amplitudes de los componentes PRADs) mostraron correlaciones significativas, entre la amplitud del LPP y los TRs ($r_s = -0.186$, $p = 0.002$). Los TRs más rápidos se asociaron con una amplitud mayor en el LPP. Las DOM también correlacionaron significativamente con la amplitud del LPP ($r_s = 0.199$, $p = 0.036$), de manera que mayores DOM se asociaron con mayores amplitudes: Figura 6.4

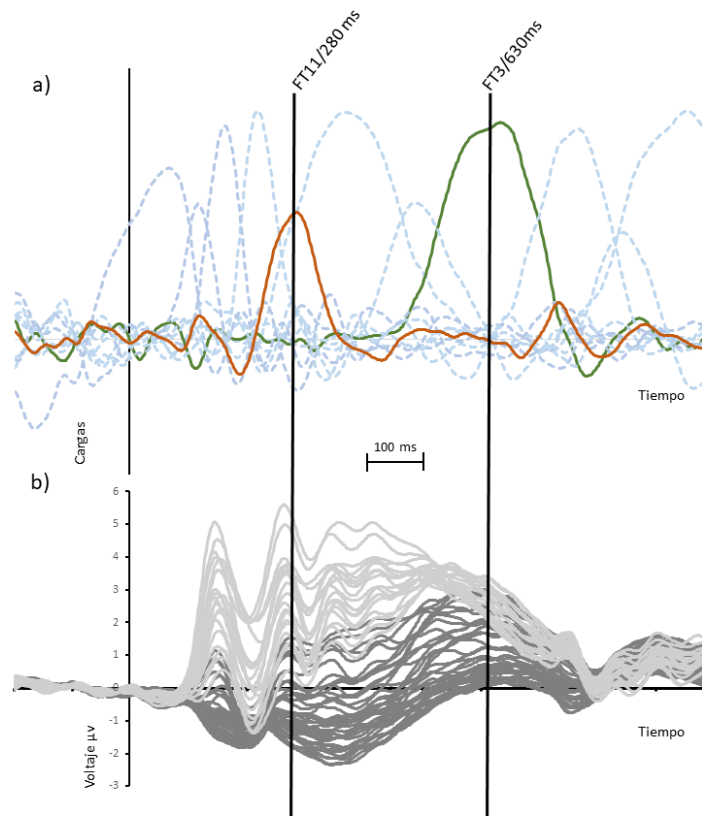
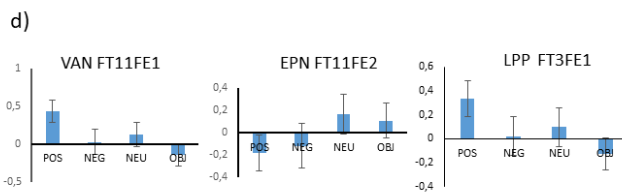
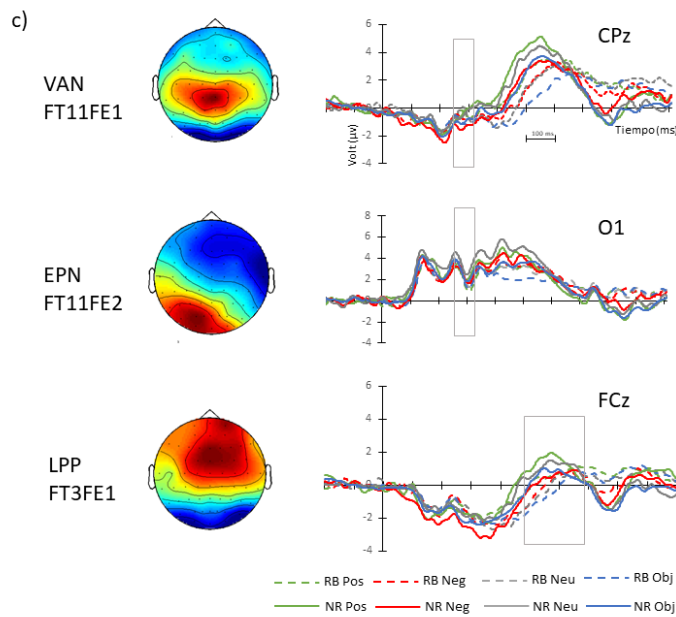


Figura 6.3 a) Cargas factoriales del ACPT coincidentes con

(b) grandes promedios de todas las condiciones (en gris). Los grandes promedios en gris claro pertenecen a los canales posteriores y los grandes promedios en gris oscuro pertenecen a los canales anteriores.

(c) Representación topográfica de las cargas de los factores espaciales y grandes promedios de los canales donde dichas cargas son máximas.

(d) Gráfico de barras representando el factor Categoría (medias y barras de error) de cada Factor Espacial.



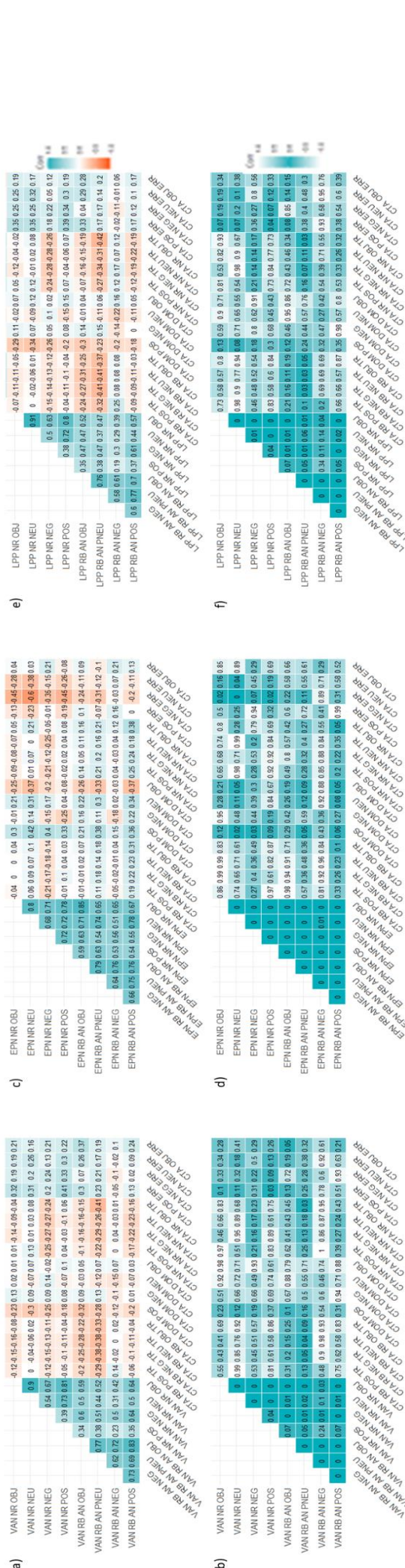


Figura 6.4 Resultados de las correlaciones de Spearman entre puntuaciones factoriales y datos conductuales. a) Valores r de las correlaciones entre las puntuaciones factoriales del VAN y los resultados conductuales, b) valores p de las correlaciones entre las puntuaciones factoriales del VAN y los resultados conductuales. (c) Valores r de las correlaciones entre las puntuaciones factoriales del EPN y los resultados conductuales, d) valores p de las correlaciones entre las puntuaciones factoriales del EPN y los resultados conductuales. e) Valores r de las correlaciones entre las puntuaciones factoriales del LPP y los resultados conductuales, b) valores p de las correlaciones entre las puntuaciones factoriales del LPP y los resultados conductuales

6.4 DISCUSIÓN

Con este estudio se perseguía el objetivo de explorar a nivel conductual y neural cómo la atención endógena modula la percepción consciente de estímulos emocionales visuales. Específicamente, hemos llevado a cabo un examen de los sesgos emocionales en la percepción visual consciente bajo dos condiciones visuales: binocular normal y binocular rival. Esta doble modalidad de estimulación perseguía determinar si las escenas con contenido emocional provocan realmente un sesgo en la percepción consciente cuando se presentan bajo un paradigma RB, un ámbito apenas abordado previamente, y si este sesgo es comparable al que se encuentra bajo condiciones de estimulación visual normal (no rivalidad o NR), ampliamente abordada en estudios previos y que puede servirnos de criterio de comparación. A este respecto es importante señalar, como desarrollaremos a continuación, que los resultados han mostrado un paralelismo muy marcado en ambos formatos, RB y NR, con tamaños del efecto algo menores en RB, pero en cualquier caso mostrando modulaciones emocionales similares.

En este estudio esperábamos encontrar un sesgo hacia los estímulos activantes a nivel conductual y subjetivo y, por lo tanto, hipotetizamos que los estímulos emocionales negativos (arañas y serpientes) y positivos (cachorros de perros y gatos) serían atendidos, y consecuentemente percibidos conscientemente, con mayor probabilidad que los neutros (peces y pájaros), que se percibirían conscientemente con una probabilidad cercana al azar. Los resultados en los formatos RB y NR han sido paralelos y han mostrado un patrón diferente del previsto, apuntando hacia un sesgo de valencia más que de activación. Así, en el formato NR hemos encontrado una tasa de error menor y respuestas más rápidas para el contenido positivo en comparación con el resto de categorías, mientras que la mayor tasa de error, estadísticamente significativa en comparación con el resto de categorías emocionales, se encontró en respuesta a las imágenes negativas. En el formato RB, los datos muestran que los animales positivos han sido percibidos conscientemente en un mayor número de ensayos que los estímulos neutros con los que rivalizaban, mientras que los negativos presentaron menos probabilidad de ser percibidos conscientemente que los estímulos neutros con los que rivalizaban. El hecho de que la condición de control (animal neutro vs objeto neutro) mostrara una probabilidad similar de percepción consciente refuerza la idea de que la ventaja encontrada para las imágenes positivas y la inhibición de las negativas se debería a la valencia de las imágenes y no a un posible sesgo que facilitara la percepción del contenido vivo (animales) ante el inerte (objetos). Mientras que los resultados conductuales en el formato NR (presentación binocular “natural”) confirman la interferencia atencional por parte de la valencia negativa cuando la emoción no es relevante para la resolución de la tarea de atención

endógena (en estos casos los estímulos-diana negativos provocan tiempos de reacción más lentos y mayores tasas de error: Hajcak y cols., 2006), el resultado en el formato RB discrepa de los obtenidos en la mayoría de estudios previos que describen un sesgo de acceso a la consciencia que favorece a los estímulos negativos.

En la misma línea que para los datos conductuales, nuestra hipótesis a nivel neural preveía una modulación atencional en forma de mayores amplitudes hacia los estímulos activantes en los componentes EPN, VAN y/o LPP de los PRAD, los cuales manifiestan un sesgo hacia el contenido emocional en tareas de atención endógena (EPN, LPP) o hacia el contenido percibido conscientemente (VAN). En la ventana de tiempo EPN/VAN (reflejados en el mismo factor temporal) hemos encontrado modulación emocional con amplitud máxima hacia los estímulos positivos en ambos formatos (RB y NR). En el caso del VAN, este sería el primer estudio que muestra una modulación emocional del contenido percibido conscientemente en esta ventana de tiempo. Además, el tamaño del efecto principal de la Categoría en el VAN es el mayor que hemos encontrado. Por su parte, el componente LPP también se vio influido por la valencia emocional de las imágenes. En concreto, fueron sobre todo las imágenes positivas las que produjeron mayores amplitudes tanto en el formato NR como RB y el análisis de correlaciones entre los datos neurales y conductuales mostró que hay una asociación significativa entre los procesos neurales que subyacen al LPP y el output conductual. Esta modulación de las imágenes positivas del LPP se ha descrito en muchos estudios previos de atención binocular endógena (Cuthbert y cols., 2000; Delplanque y cols., Palomba y cols., 1997; Keil y cols., 2002). Por otra parte, en el ámbito del estudio de los correlatos neurales de la consciencia se ha descrito un componente positivo tardío que correlaciona con la percepción consciente en el paradigma RB (Kaernbach y cols., 1999), aunque a latencias tan tardías probablemente esté reflejando procesos que son consecuencia y no causa de la percepción consciente (Pitts, Martínez y Hillyard, 2012; Koivisto y cols., 2017).

El efecto de valencia (facilitación de la valencia positiva en el acceso a la consciencia y supresión de la negativa) que hemos observado tanto a nivel conductual como neural en el formato RB puede deberse a diversos factores. Por una parte, a las diferencias metodológicas entre los estudios previos y el nuestro: el contenido de las imágenes (escenas en nuestro caso), el análisis del percepto inicial en lugar del tiempo acumulado en ensayos largos y el paradigma de RB intermitente en vez de continuo. Sobre el primer punto, nuestro estudio utiliza contenido emocional en forma de escenas en vez de caras. Se ha demostrado que las atribuciones a las expresiones faciales emocionales en las diferencias en percepción consciente en RB podrían ser explicadas por las diferencias en las características físicas de las

imágenes de las distintas expresiones (Hedger y cols., 2015). En segundo lugar, el análisis del percepto inicial no ha sido objeto de interés en la mayoría de los estudios previos. Solamente cuatro estudios lo analizan y tres de ellos describen un sesgo hacia la estimulación emocional activante negativa y positiva (Alpers y Pauli, 2006; Alpers y Gerdes, 2007; Yoon y cols 2009). Por último, las diferencias en la duración del ensayo también pueden estar jugando un papel en estas diferencias. Los estudios previos muestran las imágenes en rangos desde los 8 s (Alpers y cols., 2005; Alpers y Gerdes, 2007) hasta los 60 (Bannerman y cols., 2008; 2011; Ritchie y cols., 2012; Yoon y cols., 2009), mientras que nuestro estudio ha presentado los estímulos durante 600 ms. Las presentaciones durante ensayos breves resultan preferibles cuando se trata de analizar el percepto inicial (Carter y Cavanagh, 2007). Cabe indicar, no obstante, que este patrón de acceso a la consciencia se ha descrito en un estudio previo sobre RB y atención endógena a estímulos emocionales con características metodológicas similares a las de otros estudios previos. Así, los estímulos condicionados instrumentalmente en sentido positivo (recompensados), y los condicionados en sentido negativo (castigados), muestran respectivamente dominancia mayor y menor (supresión) que los no condicionados en una tarea RB (Wilbertz y cols., 2014). Este estudio sugiere una explicación complementaria a la metodológica en cuanto a la discrepancia en los resultados: que el efecto de activación encontrado en los escasos estudios existentes hasta el momento puede no ser consistente

Esta primacía de la valencia positiva y la supresión de la negativa en la tarea de atención endógena (tanto en nuestro estudio como en el de Wilbertz y cols., 2014, en este caso únicamente conductual) puede deberse a dos sesgos de procesamiento que modulan dicha atención en tareas sin rivalidad. En primer lugar, puede deberse a la desviación de positividad (*positivity offset*; Cacioppo y Gardner, 1999), preferencia atencional por los estímulos positivos que se manifiesta en contextos de bajo nivel de activación. Este sesgo respondería a la tendencia a aproximarnos o explorar los estímulos apetitivos en ausencia de amenazas, importante en términos evolutivos. Este efecto ha sido ampliamente descrito en estudios de atención endógena con diversos estímulos como palabras emocionales y estímulos simbólicos -menos activantes que las imágenes-, en los que se informa de mayores amplitudes en los componentes EPN y LPP (Bayer y Schacht, 2014; Booy y Carolan, 2021; Grzybowski y cols., 2014), caras, mostrando mayores amplitudes en el componente N170 ante caras positivas (Carretié y cols., 2013), o animales, en el que los positivos provocaron mayores amplitudes en P1p (Fernández-Folgueiras y cols., 2021). En segundo lugar, otra posible explicación (compatible con la anterior), es que se haya producido una supresión inconsciente de la estimulación negativa. En determinadas circunstancias el efecto neto de la atención es

en mayor medida supresor que aumentador, como ocurre durante la *supresión del distractor* (Gaspelin y Luck, 2019). Es decir, no actúa únicamente favoreciendo el procesamiento del estímulo seleccionado frente a otros, sino que suprime de forma activa la representación perceptiva de ciertos elementos del entorno (Chelazzi y cols., 2019). Esta interpretación, también esgrimida en la Discusión del Experimento 1 al encontrar resultados similares, nos indicaría que la supresión de la estimulación negativa se daría tanto en atención exógena (Experimento 1) como endógena (el presente experimento).

Limitaciones. Este estudio ha presentado datos novedosos para la comprensión de la relación entre el procesamiento emocional y la percepción consciente. Sin embargo, hay que señalar ciertas limitaciones metodológicas a la hora de interpretar los resultados. La principal limitación deriva de la selección de imágenes para que se cumplieran el elevado número de requisitos metodológicos que nos impusimos. Así, el hecho de que la tarea consistiera en discriminar animales de objetos nos limitó a la hora de poder hacer uso de un banco de imágenes como el *International Affective Picture System* (IAPS; Lang y cols., 1999) o EmoMadrid (Carretié y cols., 2019). En este caso tuvimos que completarlas con búsquedas en internet de fotografías que nos sirvieran para la tarea y que, de manera intuitiva, considerásemos como pertenecientes a las categorías emocionales pretendidas. Aunque conseguimos crear grupos que no diferían en las propiedades físicas de las imágenes (que era otro de los requisitos), las valoraciones de los estímulos en valencia y activación que los propios participantes aportaron mostraron que los grupos de imágenes positivas y neutras diferían en valencia, pero no en activación (activación promedio de 3.36 -positivas- y 3.06 -neutras-, de un rango posible de 1-5). La diferencia en activación entre dichos grupos, sin embargo, hubiera sido deseable. Es importante indicar, en cualquier caso, que esta limitación dificulta la observación de efectos significativos, por lo que las diferencias conductuales y neurales ligadas a la condición emocional no deberían verse comprometidas (sino quizá potenciadas) al emplear una condición positiva diferenciada de la neutra en activación.

6.5 CONCLUSIONES

Este estudio buscaba la caracterización conductual y neural de la atención endógena hacia las imágenes emocionales, y su consiguiente acceso a la consciencia, en una tarea de RB. Para ello, se diseñó una tarea de categorización de estímulos con grupos de imágenes positivas, negativas y neutras. Además, se añadió un bloque de presentación de imágenes de forma binocular para poder comparar el sesgo rival con el sesgo no rival. Aunque esperábamos

encontrar sesgos de activación en línea con estudios RB anteriores, los resultados apuntan hacia sesgos de valencia. Así, los resultados conductuales muestran una mayor tasa de errores hacia las imágenes negativas en el bloque NR, lo que en estudios previos se ha asociado a un mayor nivel de atención y, paralelamente, una supresión de las imágenes negativas y una facilitación de las positivas en el bloque RB. A nivel neural, en ambos bloques visuales, las imágenes positivas provocan amplitudes mayores en los componentes sensibles al contenido emocional en tareas de atención endógena (EPN, LPP) y en un componente sensible a la percepción consciente (VAN). Estos efectos son paralelos en RB y NR, aunque los tamaños de los efectos indican que los sesgos de valencia observados tienen un efecto más débil en el primer caso. En cualquier caso, los resultados sugieren que ambos formatos de estimulación visual están sujetos a los mismos procesos subyacentes y confirman que la RB se ve modulada por parámetros de alto nivel.

7. DISCUSIÓN GENERAL

Los objetivos generales que llevaron al diseño y cumplimiento de los tres estudios descritos en esta tesis planteaban el estudio, a nivel conductual y neural, de la modulación atencional - tanto en su variante exógena como endógena- de la percepción consciente de estímulos con diferente carga emocional. Este ambicioso objetivo ha requerido un minucioso trabajo a múltiples niveles: desde el diseño de tareas que permitieran alcanzarlo hasta el control escrupuloso de los estímulos visuales. A continuación, se discuten las aportaciones realizadas con estos estudios y cómo han contribuido a alcanzar los objetivos propuestos.

Validación del paradigma RB de escenas emocionales

El primer objetivo que se abordó fue de tipo metodológico con la validación de la tarea de RB intermitente de escenas emocionales y estimulación por hemicampos visuales con máscara, entre otras implementaciones metodológicas novedosas. Todos los artículos publicados hasta el momento de la realización del estudio que habían utilizado el paradigma de RB y estimulación emocional habían recurrido a la RB continua y analizado diferencias de tiempo acumulado entre condiciones (Alpers y cols., 2005; Alpers y Pauli, 2006; Alpers y Gerdes, 2007; Bannerman y cols., 2008; 2011; Ritchie y cols., 2012). Por tanto, la tarea que nosotros planteábamos recogía una serie de novedades que era necesario probar en el ámbito experimental: presentación de RB intermitente de ensayos cortos, manipulación de la duración de dichos ensayos, presentación de imágenes por hemicampos con máscara visual, y presentación de escenas (en lugar de caras) incluyendo estímulos positivos. Los resultados obtenidos en el Experimento 1 nos indicaron que la RB intermitente es un paradigma válido, confirmando los escasos datos empleando esta modalidad (Pitts y Britz, 2011), que el efecto de la RB aumenta en función de la duración del ensayo, que la presentación por hemicampos no es obstáculo para detectar una modulación atencional de la RB, y que dicha modulación puede producirse hacia escenas emocionales, con efectos diferenciados en función de su valencia.

Respecto a la duración, un aspecto clave del diseño de RB intermitente que condicionaba los siguientes experimentos de la tesis, los resultados mostraron que la presentación de estímulos por debajo de 600 ms no era efectiva a la hora de acumular un número de ensayos con dominancia definida lo suficientemente amplio para alcanzar poder estadístico y reflejar los efectos emocionales en la resolución de un percepto sobre otros.

Puesto que los resultados del Experimento 1 apuntaban a la utilidad del diseño para el estudio de la modulación atencional de la percepción consciente, lo adaptamos, tras algunos ajustes, de cara al Experimento 2. El ajuste más importante fue la presentación de la duración de 600 ms únicamente y, por tanto, la presentación de cada estímulo un menor número de veces (lo que a su vez conlleva un menor tiempo acumulado de exposición a cada estímulo). No obstante, después de haber observado la falta de efectos, tanto a nivel conductual como neural, en el Experimento 2, pensamos que este ajuste (menos repeticiones y tiempo acumulado de cada imagen) pudo haber dificultado la observación de posibles modulaciones de la atención exógena. En efecto, el Experimento 1 contaba con más duraciones, incluyendo una de 1200 ms -relativamente larga-, lo que implicaba más repeticiones y mayor tiempo de exposición de las imágenes incrementándose, probablemente, la huella de memoria perceptiva (Leopold y cols., 2002) y permitiendo la interacción de los factores Emoción y Dominancia, como discutiremos a continuación.

Modulación atencional de la percepción consciente a estímulos emocionales: resultados conductuales

Aunque el paradigma de RB se ha utilizado ampliamente para estudiar los correlatos neurales de la percepción consciente, la literatura que combina este paradigma con estímulos emocionales es escasa. De hecho, si nos centramos en la modalidad RB intermitente, estos serían los primeros experimentos que emplean estimulación con contenido emocional. Nuestras hipótesis se basaron en los estudios previos de experimentos de RB continua con estímulos con carga emocional -en su mayoría expresiones faciales- (Alpers y cols., 2005; Alpers y Pauli, 2006; Alpers y Gerdes, 2007; Bannerman y cols., 2008; Lerner y cols., 2012; Wilbertz y cols., 2014; Ritchie, Bannerman y Sahraie, 2012) y se concretaron en que las imágenes activantes (tanto positivas como negativas), al rivalizar con imágenes con contenido neutro, contarían con ventaja en el acceso a los recursos atencionales y, por consiguiente, accederían preferentemente a la percepción consciente. Nuestros resultados, sin embargo, no han acompañado a las hipótesis. Por un lado, la emoción ha tenido efectos sobre la atención endógena, mientras que la atención exógena no ha mostrado una modulación emocional clara. Por otro lado, hemos observado modulaciones por parte de la valencia y no de la activación, observándose efectos distintos ante las escenas positivas y las negativas.

Así, aunque en la tarea CDTD de atención exógena empleada en el Experimento 1 las imágenes distractoras de carácter emocional negativo mostraron supresión y accedieron a la consciencia en menor medida que las imágenes neutras con las que rivalizaban, en el

Experimento 2, con una tarea similar, no replicamos los resultados conductuales. No obstante, este efecto de valencia volvió a observarse en el Experimento 3 con una tarea de atención endógena y con imágenes (animales con valencia negativa) y forma de estimulación diferentes. Así, las imágenes positivas contaron con ventaja a la hora de ser atendidas y, consecuentemente, fueron percibidas conscientemente con mayor probabilidad, y las negativas recibieron menor atención y mostraron supresión, de acuerdo con los resultados del tercer estudio. Estos sesgos distintos para las valencias positivas y negativas a la hora de alcanzar la percepción consciente pueden tener su base en dos conocidos sesgos cognitivos. Por una parte, en un contexto poco activante las imágenes positivas pueden producir un sesgo atencional denominado *desviación de positividad* (Cacioppo y Gardner, 1999). Este sesgo, importante desde el punto de vista evolutivo, facilitaría una conducta de acercamiento a estímulos apetitivos en un ambiente de activación media-baja. Por otra parte, otro sesgo compatible con el anterior, consiste en que las imágenes negativas están siendo sometidas a un proceso de supresión también en una situación de baja activación o poco amenazante, un mecanismo atencional que facilita la ejecución de la tarea en curso (Gaspelin y Luck, 2018).

Como hemos señalado anteriormente, hay que tener especial precaución a la hora de comparar nuestros resultados de RB con los de los estudios previos dadas las notables diferencias metodológicas. En primer lugar, nuestros estudios estimulan de manera intermitente, en comparación con todos los anteriores que estimulan de manera continua y, en consecuencia, nuestro resultado se focaliza en la dominancia del primer percepto y no en el cúmulo de tiempo en consciencia durante ensayos largos. La ganancia de dominancia y el mantenimiento en consciencia en RB se apoyan en diferentes procesos (Carter y Cavanagh, 2007; Chong y Blake, 2006) y por lo tanto su comparación directa no es pertinente. En segundo lugar, presentamos escenas como contenido emocional en vez de caras o rejillas condicionadas. Hedger y colaboradores (2015) describieron cómo las características físicas de las imágenes de caras que muestran distintas expresiones se diferencian entre sí en las propiedades físicas de las imágenes y podrían estar enmascarando la causalidad de los resultados (Hedger y cols., 2016). Por último, el tercer estudio nos permitió ir un paso más allá a la hora de caracterizar el sesgo emocional en percepción consciente al poder compararlo directamente con el mismo sesgo que se encuentra de manera binocular. Este análisis nos ha descubierto cómo los sesgos atencionales son análogos, es decir, presentan las mismas características para las imágenes negativas (inhibición/más errores) y positivas (facilitación/menos errores) tanto en el formato RB como NR..

De manera global, los resultados conductuales muestran que las respuestas atencionales endógenas y exógenas son distintas ante la estimulación emocional. Mientras que la atención exógena no presenta de manera robusta dominancias distintivas para las diferentes condiciones conductuales, en una tarea de atención endógena se producen sesgos atencionales-perceptivos significativos. Nuestros resultados conductuales sugieren que los efectos observados en la literatura previa en relación con la atención exógena bajo el paradigma RB pueden estar ligados a diseños experimentales específicos, y que la modulación -mediada por la atención- del acceso a la consciencia de la estimulación emocional presenta, en este tipo de atención, patrones diferentes cuando se emplean otros diseños. En otras palabras, dicha modulación de la atención exógena parece muy dependiente de la metodología experimental.

Modulación atencional de la percepción consciente a estímulos emocionales: resultados neurales

Nuestras hipótesis relativas a los datos neurales se referían a los componentes PRAD que muestran, de manera consistente en la literatura, diferencias en su amplitud en función de la valencia de la estimulación en tareas de atención exógena y endógena y del contenido percibido conscientemente en RB. En orden cronológico, estas ventanas son P1 y N1 (latencia 100 ms), VAN (actividad posterior entre 150-320 ms), P2 y N2 (200-250 ms), EPN (250 ms) y LPP (600 ms).

Los componentes PRAD relacionados con el contenido emocional en tareas de atención exógena son de latencia temprana (<300 ms; Carretié, 2014), mientras que la modulación de la señal neural en tareas de atención endógena, además de componentes tempranos, también muestra modulaciones tardías en el componente LPP. En general, los resultados neurales fueron paralelos a los conductuales. Así, en el Experimento 2, en el que la conducta no reflejó una modulación significativa de la atención exógena -y por tanto del acceso a la consciencia- por parte de los estímulos emocionales, la actividad neural tampoco reflejó una modulación clara. En efecto, aunque los ANOVAs mostraron una interacción de la emoción y la dominancia en N1a, y un efecto principal de la emoción en VAN y EPN (en cualquier caso con tamaños del efecto débiles), las pruebas post-hoc resultaron no significativas. Las diferencias entre este diseño experimental y los empleados en los experimentos previos de atención exógena con RB, que sí mostraron sesgos hacia la estimulación emocional, pueden estar explicando esta discordancia de resultados. Así, la

utilización de RB intermitente en lugar de continua, el análisis del primer percepto en lugar del tiempo acumulado, el empleo de escenas en lugar de caras o la estimulación por hemicampos, pueden haber dificultado la aparición de sesgos atencionales y, consiguientemente, de acceso a la consciencia, y reflejan a su vez la sensibilidad de dichos sesgos al diseño experimental.

En cuanto a la atención endógena (Experimento 3), la actividad neural también muestra un paralelismo importante con la conducta. En el caso del componente VAN, los resultados mostraron que las imágenes dominantes positivas provocaban mayores amplitudes. Este resultado es congruente con otros estudios que han investigado los correlatos neurales de la percepción consciente con diversos paradigmas experimentales presentando únicamente estímulos neutros (Koch y cols., 2016; Koivisto y Revonsuo, 2010; Sandberg y cols., 2016), con la novedad de que nuestro estudio lo muestra por primera vez también con contenido emocional. Además, los resultados relativos al componente VAN han ido en paralelo con los conductuales mostrando ventajas atencionales y perceptivas hacia los estímulos con contenido positivo. Los resultados del componente EPN, también muestran una modulación en función del contenido emocional (de menor intensidad, atendiendo a los tamaños del efecto). El EPN ha mostrado de forma consistente mayores amplitudes ante estímulos emocionales en tareas de atención endógena (Bublitzky y Schupp, 2012; Farkas y cols., 2020; Schupp y cols., 2004, 2008) Las amplitudes del componente LPP (630 ms) también aumentaron con la estimulación positiva. Además, dichas amplitudes correlacionaron de forma significativa con los datos conductuales, sugiriendo que los procesos que subyacen al LPP explican en mayor medida las observaciones conductuales que los que subyacen a los componentes previos. Estos efectos emocionales en la atención endógena sobre el componente LPP han sido ampliamente descritos (Cuthbert y cols., 2000; Delplanque y cols., Palomba y cols., 1997; Keil y cols., 2002). Sin embargo, si nos centramos en percepción consciente, los componentes tardíos (>300 ms) que en otros estudios se han relacionado con el contenido percibido conscientemente en RB (Sandberg y cols., 2013) u otros paradigmas (Andersen y cols., 2016), no han sido más predictivos que los encontrados en latencias más tempranas (<300 ms), y se han relacionado con la relevancia del estímulo y procesos relacionados con la ejecución de la tarea (Pitts y cols., 2012; Koivisto y cols., 2017) indicando que reflejan procesos consecuencia y no causa de percepción consciente.

En suma, y al igual que ocurre a nivel conductual, los resultados neurales muestran una divergencia en los efectos de la atención exógena y de la endógena en relación con el contenido emocional en el paradigma de RB. Así, los PRAD muestran que mientras que la

atención exógena no manifiesta de forma robusta estar modulada por el contenido emocional de los distractores, la atención endógena se ve modulada de forma significativa por el contenido emocional, mostrando un sesgo hacia las imágenes positivas en los índices PRAD sensibles al contenido emocional (EPN, LPP) y sensibles al contenido percibido conscientemente (VAN).

Limitaciones y líneas futuras

Los experimentos presentados en este trabajo constituyen un acercamiento novedoso al estudio de los sesgos atencionales de la percepción consciente de estimulación emocional. Si bien el estudio de los sesgos atencionales hacia distintos contenidos emocionales (como el sesgo de negatividad o la desviación de positividad) es un tema muy asentado en la Neurociencia Cognitiva y se ha llevado a cabo desde múltiples diseños y tareas, los esfuerzos por comprender cómo dichos sesgos modulan la percepción consciente apenas han sido explorados. Las novedades metodológicas que se han llevado a cabo en este trabajo han supuesto un avance en cuanto a la manera de entender estos sesgos y los procesos neurales subyacentes. Sin embargo, se han de tener en cuenta las limitaciones que condicionan el alcance de la interpretación de los resultados y valorar cómo en investigaciones futuras se podrían subsanar y avanzar en el conocimiento de este campo.

La primera limitación se refiere a la baja activación de las imágenes positivas en el Experimento 3 puesto que, a pesar de ser significativamente superior a la de las imágenes neutras, se mantuvo en valores relativamente cercanos al punto central de la escala. Este hecho, consecuencia de no haber podido contar con medidas de activación a priori (por no haber sido posible extraer los estímulos de un banco de imágenes afectivas), ha podido limitar el alcance de los efectos observados. El empleo de temáticas alternativas a los animales con una mayor capacidad de activación, especialmente en la categoría positiva, parece pues una tarea clave en futuras investigaciones. Una segunda limitación consiste en que, aunque los diseños de los Experimentos 1, 2 y 3 comparten características clave, como el empleo de valencias negativas y positivas (además de neutras) y, obviamente, el paradigma de RB, existen también heterogeneidades como el número de repeticiones de cada estímulo, o la estimulación (o no) por hemicampos. Esto nos impide concluir a ciencia cierta si las divergencias observadas en relación con la atención exógena y la endógena, mostrando la segunda efectos más robustos de modulación emocional que la primera, se deben a la naturaleza de cada tipo de atención y a sus diferencias (revisadas en la Introducción), a las variaciones en el diseño experimental, o a ambos. Es nuestra intención resolver esta cuestión

aplicando un diseño idéntico al empleado en el Experimento 3 (atención endógena) a un nuevo experimento sobre la atención exógena introduciendo únicamente los cambios obligados para para convertir la tarea en CDTD y la renovación de las imágenes positivas recién mencionada.

8. CONCLUSIONES

Después de haber explorado a nivel conductual y neural los sesgos atencionales relativos al contenido emocional percibido conscientemente y haber presentado los detalles teóricos, metodológicos y los resultados de los tres estudios de esta tesis, podemos concluir que:

1. El diseño experimental de RB intermitente con escenas emocionales con estimulación diferenciada por hemicampos es un diseño capaz de detectar modulaciones atencionales (especialmente de naturaleza endógena) y de acceso a la consciencia asociadas al contenido emocional de los estímulos. Una duración de los estímulos igual o superior a 600 ms es suficiente para alcanzar una tasa de dominancia óptima. La estimulación por hemicampos, aunque no impide la aparición de efectos experimentales a nivel conductual, no ha resultado finalmente necesaria para observar efectos a nivel neural.
2. A nivel conductual (notificación de la experiencia consciente) no encontramos un efecto robusto del contenido emocional en la tarea de atención exógena con RB de escenas emocionales: los resultados positivos del Experimento 1 no se confirmaron en el Experimento 2, puesto que no se encontraron diferencias asociadas al contenido emocional de las imágenes ni en relación a tasas de dominancia para las imágenes emocionales en comparación con las imágenes neutras, ni en relación con los errores y tiempos de reacción.
3. A nivel neural no encontramos un efecto robusto del contenido emocional en la tarea de atención exógena con RB de escenas emocionales: aunque los ANOVAs muestran que los componentes N1a (~130), P2a y VAN (ambos ~230 ms) muestran efectos de interacción en el primer caso y efecto principal de la emoción en los dos últimos, los tamaños del efecto son débiles y los contrastes post-hoc no alcanzan la significación en ninguna comparación por pares.
4. A nivel conductual (notificación de la experiencia consciente) encontramos un efecto del contenido emocional en una tarea de atención endógena con RB de escenas emocionales: las imágenes positivas reciben mayor atención (tiempos de reacción más cortos, y menor número de errores en la tarea) y ganan dominancia con mayor probabilidad que las imágenes neutras (mayores tasas de dominancia en comparación con las imágenes

neutras). El contenido emocional negativo, sin embargo, interfiere con la atención y es suprimido con mayor probabilidad que las imágenes neutras rivales.

5. A nivel neural encontramos un efecto de la emoción paralelo al conductual: tanto los componentes sensibles a la modulación emocional de la atención endógena, EPN (~280 ms) y LPP (~630 ms), como la deflexión VAN (~280 ms), sensible al contenido percibido conscientemente, muestran mayores amplitudes en respuesta al contenido emocional positivo.

9. REFERENCIAS

- Alais, D. (2012). Binocular rivalry: competition and inhibition in visual perception. Wiley
- Alais, D., Blake, R. (Eds.). (2005). Binocular rivalry. MIT press.
- Alpers GW., Ruhleder M., Walz N., Mühlberger A., Pauli P (2005) Binocular rivalry between emotional y neutra stimuli: A validation using fear conditioning y EEG. *International Journal of Psychophysiology*, 57(1) 25-32.
- Alpers GW., Pauli P (2006) Emotional pictures predominate in binocular rivalry. *Cognition y Emotion*. 20(5), 596-607.
- Alpers GW., Gerdes A (2007) Here is looking at you: emotional faces predominate in binocular rivalry. *Emotion*, 7(3) 495.
- 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(3), 231–240.
- Andersen LM. Pedersen MN. Sandberg K., Overgaard M (2016) Occipital MEG Activity in the Early Time Range (<300 ms) predicts graded changes in perceptual consciousness. *Cerebral Cortex*, 26(6), 2677-2688.
- Baars, BJ. (2005) Global workspace theory of consciousness: toward a cognitive neuroscience of human experience. *Progress in brain research*, 150, 45-53.
- Bannerman R., Milders M., De Gelder., B. Sahraie. A (2008) Influence of emotional facial expressions on binocular rivalry. *Ophthalmic y Physiological Optics*, 28(4), 317-326.
- Blake, R. (2001). A primer on binocular rivalry, including current controversies. *Brain and mind*, 2(1), 5-38.
- Boring, EG. (1930). A new ambiguous figure. *The American Journal of Psychology*, 42, 444–445.
- Buodo, G., Sarlo, M., Munafò, M. (2010). The neural correlates of attentional bias in blood phobia as revealed by the N2pc. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 5(1), 29–38.
- Brainard DH (1997) The Psychophysics Toolbox. *Spatial Vision*, 10 (4), 433-436
- Brascamp, J. W., Van Ee, R., Pestman, WR., Van Den Berg, AV. (2005). Distributions of alternation rates in various forms of bistable perception. *Journal of Vision*, 5(4), 1-1.
- Bublitzky, F., Schupp, HT. (2012). Pictures cueing threat: Brain dynamics in viewing explicitly instructed danger cues. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 7(6), 611–622
- Buodo, G., Sarlo, M., Munafò, M. (2010). The neural correlates of attentional bias in blood phobia as revealed by the N2pc. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 5(1), 29–38.
- Cacioppo JT., Gardner WL (1999) Emotion. *Annual review of psychology*, 50(1), 191-214.
- Cacioppo, JT., Cacioppo, S., Gollan, JK. (2014). The negativity bias: Conceptualization. quantification. and individual differences. *Behavioral and Brain Sciences*, 37(3), 309.
- Carboni, A., Kessel, D., Capilla, A., Carretié, L. (2017). The influence of affective state on exogenous attention to emotional distractors: Behavioral and electrophysiological correlates. *Scientific Reports*, 7(1), 1–13.

- Carretié, L. (2014). Exogenous (automatic) attention to emotional stimuli: a review. *Cognitive, Affective and Behavioral Neuroscience*, 14(4), 1228–1258.
- Carretié, L., Albert, J., López-Martín, S., Hoyos, S., Kessel, D., Tapia, M., Capilla, A. (2013). Differential neural mechanisms underlying exogenous attention to peripheral and central distracters. *Neuropsychologia*, 51(10), 1838–1847.
- Carretié, L., Albert, J., López-Martín, S., Tapia, M. (2009). Negative brain: An integrative review on the neural processes activated by unpleasant stimuli. *International Journal of Psychophysiology*, 71(1), 57–63.
- Carretié, L., Hinojosa, J. A., Albert, J., Mercado, F. (2006). Neural response to sustained affective visual stimulation using an indirect task. *Experimental Brain Research*, 174(4), 630–637
- Carretié, L., Hinojosa, JA., López-Martín, S., Albert, J., Tapia, M., Pozo, MA. (2009). Danger is worse when it moves: Neural and behavioral indices of enhanced attentional capture by dynamic threatening stimuli. *Neuropsychologia*, 47(2), 364–369.
- Carretié, L., Hinojosa, JA., López-Martín, S., Tapia, M. (2007). An electrophysiological study on the interaction between emotional content and spatial frequency of visual stimuli. *Neuropsychologia*, 45(6), 1187–1195.
- Carretié, L., Hinojosa, JA., Martín-Loeches, M., Mercado, F., Tapia, M. (2004). Automatic attention to emotional stimuli: Neural correlates. *Human Brain Mapping*, 22(4), 290–299.
- Carretié, L., Hinojosa, JA., Mercado, F., Tapia, M. (2005). Cortical response to subjectively unconscious danger. *NeuroImage*, 24(3), 615–623.
- Carretié, L., Kessel, D., Carboni, A., López-Martín, S., Albert, J., Tapia, M., Mercado, F., Capilla, A., Hinojosa, J. A. (2013). Exogenous attention to facial vs non-facial emotional visual stimuli. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 8(7), 764–773.
- Carretié, L., Kessel, D., García-Rubio, MJ., Giménez-Fernández, T., Hoyos, S., Hernández-Lorca, M. (2017). Magnocellular Bias in Exogenous Attention to Biologically Salient Stimuli as Revealed by Manipulating Their Luminosity and Color. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 29(10), 1699–1711.
- Carretié, L., Martín-Loeches, M., Hinojosa, JA., Mercado, F. (2001). Emotion and attention interaction studied through event-related potentials. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 13(8), 1109–1128.
- Carretié, L., Ríos, M., Periañez, JA., Kessel, D., Álvarez-Linera, J. (2012). The role of low and high spatial frequencies in exogenous attention to biologically salient stimuli. *PLoS ONE*, 7(5), e37082.
- Carretié, L., Ruiz-Padial, E. (2016). Ambient Light Modulation of Exogenous Attention to Threat. *Brain Topography*, 29(6), 847–855.
- Carretié, L., Ruiz-Padial, E., López-Martín, S., Albert, J. (2011). Decomposing unpleasantness: Differential exogenous attention to disgusting and fearful stimuli. *Biological Psychology*, 86(3), 247–253.
- Carretié, L., Tapia, M., López-Martín, S., Albert, J. (2019). EmoMadrid : An emotional pictures database for affect research. *Motivation and Emotion*, 43(6), 929–939.
- Carretié, L., Yadav, RK., Méndez-Bértolo, C. (2021). The Missing Link in Early Emotional Processing. *Emotion Review*, 13(3), 225–244.
- Carter O., Cavanagh P. (2007) Onset rivalry: brief presentation isolates an early independent phase of perceptual competition. *PLoS ONE*, 2(4), e343.

- Chapman C., Hoag R., Giaschi D. (2004) The effect of disrupting the human magnocellular pathway on global motion perception. *Vision Research*, 44, 2551-2557.
- Chapman RM., McCrary JW. (1995) EP Component Identification y Measurement by Principal Component Analysis. *Brain Cognition*, 288-310.
- Chelazzi, L., Marini, F., Pascucci, D., Turatto, M. (2019). Getting rid of visual distractors: the why, when, how, and where. *Current Opinion in Psychology*, 29, 135-147.
- Chong SC., Blake R (2006) Exogenous attention y endogenous attention influence initial dominance in binocular rivalry. *Vision Research*, 46(11), 1794-1803.
- Citron, FM. (2012). Neural correlates of written emotion word processing: a review of recent electrophysiological and hemodynamic neuroimaging studies. *Brain and language*, 122(3), 211-226.
- Cliff N (1987) Analyzing multivariate data. Harcourt Brace Jovanovich.
- Corbetta. M., Shulman. GL. (2002). Control of goal-directed y stimulus-driven attention in the brain. *Nature Reviews of Neuroscience*, 3(3), 201-215.
- Corbetta. M., Patel. G., Shulman. GL. (2008). The reorienting system of the human brain: from environment to theory of mind. *Neuron*, 58(3), 306-324.
- Cuthbert, BN., Schupp, H. T., Bradley, MM., Birbaumer, N., Lang, PJ. (2000). Brain potentials in affective picture processing: covariation with autonomic arousal and affective report. *Biological Psychology*, 52(2), 95–111.
- De Cesarei A., Codispoti M (2006) When does size not matter? Effects of stimulus size on affective modulation. *Psychophysiology*, 207-215.
- Delplanque, S., Lavoie, M. E., Hot, P., Silvert, L., Sequeira, H. (2004). Modulation of cognitive processing by emotional valence studied through event-related potentials in humans. *Neuroscience Letters*, 356(1), 1–4.
- Delplanque, S., N'diaye, K., Scherer, K., Grandjean, D. (2007). Spatial frequencies or emotional effects? A systematic measure of spatial frequencies for IAPS pictures by a discrete wavelet analysis. *Journal of Neuroscience Methods*, 165, 144–150.
- Dien J. (2010) Evaluating two step ACP of ERP data with geomin. infomax. oblimin. promax. y varimax rotations. *Psychophysiology*, 47, 170-183.
- Dien J. (2012) Applying principal components analysis to event-related potentials: a tutorial. *Developmental Neuropsychology*, 37(6), 497-517.
- Dieter, KC., Melnick, MD., Tadin, D. (2015). When can attention influence binocular rivalry?. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 77(6), 1908-1918.
- Farkas, AH., Oliver, Kl., Sabatinelli, D. (2020). Emotional and feature-based modulation of the early posterior negativity. *Psychophysiology*, 57(2), e13484.
- Feng, C., Li, W., Tian, T., Luo, Y., Gu, R., Zhou, C., Luo, YJ. (2014). Arousal modulates valence effects on both early and late stages of affective picture processing in a passive viewing task. *Social Neuroscience*, 9(4), 364–377.
- Feng, C., Wang, L., Wang, N., Gu, R., Luo, YJ. (2012). The time course of implicit processing of erotic pictures: An event-related potential study. *Brain Research*, 1489, 48–55.
- Ferrari, V., Codispoti, M., Cardinale, R., Bradley, MM. (2008). Directed and motivated attention during processing of natural scenes. *Journal of cognitive neuroscience*, 20(10), 1753-1761.

- Frässle, S., Sommer, J., Jansen, A., Naber, M., Einhäuser, W. (2014). Binocular rivalry: frontal activity relates to introspection and action but not to perception. *Journal of Neuroscience*, 34(5), 1738-1747.
- Gaspelin, N., y Luck, S.J. (2018). Electrophysiological and behavioral evidence of suppression of salient-but-irrelevant stimuli. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 30, 1265-1280.
- Gerber, A.J., Posner, J., Gorman, D., Colibazzi, T., Yu, S., Wang, Z., ... Peterson, B.S. (2008). An affective circumplex model of neural systems subserving valence, arousal, and cognitive overlay during the appraisal of emotional faces. *Neuropsychologia*, 46(8), 2129-2139.
- Hancock, S., Andrews, T.J. (2007). The role of voluntary and involuntary attention in selecting perceptual dominance during binocular rivalry. *Perception*, 36(2), 288-298.
- Hajcak, G., Foti, D. (2020). Significance?... Significance! Empirical, methodological, and theoretical connections between the late positive potential and P300 as neural responses to stimulus significance: An integrative review. *Psychophysiology*, 57(7), e13570.
- Hajcak, G., Moser, J.S., Simons, R.F. (2006). Attending to Affect: Appraisal Strategies Modulate the Electrocortical Response to Arousing Pictures. *Emotion*, 6(3), 517-522.
- Hajcak, G., Weinberg, A., MacNamara, A., Foti, D. (2012). ERPs and the Study of Emotion. In *The Oxford Handbook of Event-Related Potential Components* (Issue June 2018)
- Haynes, J.D., Rees, G. (2005). Predicting the stream of consciousness from activity in human visual cortex. *Current biology*, 15(14), 1301-1307.
- Haynes, J.D., Deichmann, R., Rees, G. (2005). Eye-specific suppression in human LGN reflects perceptual dominance during binocular rivalry. *Nature*, 438(7067), 496.
- Hedger N. Adams WJ. Garner M (2015) Fearful faces have a sensory advantage in the competition for awareness. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception y Performance*, 41(6), 1748-1757.
- Hedger N. Gray KL. Garner M. Adams WJ (2016) Are Visual Threats Prioritized Without Awareness? A Critical Review y Meta-Analysis Involving 3 Behavioral Paradigms y 2696 Observers. *Psychological Bulletin*, 142(9), 934-968
- Hernández-Lorca. M. (2019). BR_EMOTION_STIMULI. <https://osf.io/2krns/>
- Hinojosa, J.A., Mercado, F., Carretié, L. (2015). N170 sensitivity to facial expression: A meta-analysis. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 55, 498-509.
- Hutchins. J.B., Corbett. J.J. (2002). The visual system. In Haines. D.E. (Ed.) *Fundamental neuroscience*. Churchill Livingstone.
- IBM SPSS Inc. (2010). *IBM SPSS statistics 19*. Chicago. IL: IBM SPSS Inc.
- Jung TP. Makeig S. Humphries C. Lee TW. Mckeown MJ. Iragui V. Sejnowski TJ (2000) Removing electroencephalographic artifacts by blind source separation. *Psychophysiology*. 37(2), 163-178.
- Kaernbach, C., Schröger, E., Jacobsen, T., Roeber, U. (1999). Effects of consciousness on human brain waves following binocular rivalry. *Neuroreport*, 10(4), 713-716.
- Kayser, J., Tenke, C.E., Abraham, K.S., Alschuler, D.M., Alvarenga, J.E., Skipper, J., Warner, V., Bruder, G.E., Weissman, M.M. (2016). Neuronal generator patterns at scalp elicited by lateralized aversive pictures reveal consecutive stages of motivated attention. *NeuroImage*, 142, 337-350.
- Keil, A., Bradley, M.M., Hauk, O., Rockstroh, B., Elbert, T., Lang, P.J. (2002). Large-scale neural correlates of affective picture processing. *Psychophysiology*, 39(5), 641-649.

- Keil, A., Müller, MM., Gruber, T., Wienbruch, C., Stolarova, M., Elbert, T. R. (2001). Effects of emotional arousal in the cerebral hemispheres: A study of oscillatory brain activity and event-related potentials. *Clinical Neurophysiology*, 112(11), 2057–2068.
- Kleiner M., Brainard D., Pelli D (2007) What's new in Psychtoolbox-3? *Perception*, 36, 373-387.
- Koch, C., Massimini, M., Boly, M., Tononi, G. (2016). Neural correlates of consciousness: progress and problems. *Nature Reviews Neuroscience*, 17(5), 307-321.
- Koivisto M., Revonsuo A (2010) Event-related brain potential correlates of visual awareness. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 34(6), 922–934.
- Koivisto M., Grassini S., Salminen-Vaparanta N., Revonsuo A. (2017) Different electrophysiological correlates of visual awareness for detection y identification. *Journal of cognitive neuroscience*, 29(9), 1621-1631
- Kornmeier J., Bach M. (2012) Ambiguous figures - what happens in the brain when perception changes but not the stimulus. *Frontiers in Human Neuroscience*, 6, 51.
- Kosonogov, V., Martinez-Selva, JM., Carrillo-Verdejo, E., Torrente, G., Carretié, L., Sanchez-Navarro, JP. (2019). Effects of social and affective content on exogenous attention as revealed by event-related potentials. *Cognition and Emotion*, 33(4), 683–695.
- LaBar, KS., Cabeza, R. (2006). Cognitive neuroscience of emotional memory. *Nature Reviews Neuroscience*, 7(1), 54-64.
- Lakens, D., Fockenberg, DA., Lemmens, KP., Ham, J., Midden, CJ. (2013). Brightness differences influence the evaluation of affective pictures. *Cognition and Emotion*, 27, 1225–1246.
- Lang, PJ., Bradley, MM., Cuthbert, BN. (1997). Motivated attention: Affect, activation, and action. In P. J. Lang, R. F. Simons, M. T. Balaban (Eds.), *Attention and orienting: Sensory and motivational processes* (pp. 97–135). Lawrence Erlbaum Associates.
- Lang PJ., Bradley MM., Cuthbert BN (2005) International affective picture system (IAPS): affective ratings of pictures y instruction manual. Technical report no A-6. University of Florida. Gainesville. FL.
- Leite, J., Carvalho, S., Galdo-Alvarez, S., Alves, J., Sampaio, A., Gonçalves, ÓF. (2012). Affective picture modulation: Valence, arousal, attention allocation and motivational significance. *International Journal of Psychophysiology*, 83(3), 375–381.
- Leopold, DA., Wilke, M., Maier, A., Logothetis, NK. (2002). Stable perception of visually ambiguous patterns. *Nature neuroscience*, 5(6), 605-609.
- Leopold. DA.. Logothetis. NK. (1996). Activity changes in early visual cortex reflect monkeys' percepts during binocular rivalry. *Nature*, 379(6565), 549-553.
- Lerner, Y., Singer, N., Gonen, T., Weintraub, Y., Cohen, O., Rubin, N., ... Hendler, T. (2012). Feeling without seeing? Engagement of ventral, but not dorsal, amygdala during unaware exposure to emotional faces. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 24(3), 531-542.
- Levelt, WJ. (1965). On binocular rivalry (Doctoral dissertation, Van Gorcum Assen).
- Logothetis, NK., Schall, JD. (1989). Neuronal correlates of subjective visual perception. *Science*, 245(4919), 761-763.
- López-Martín, S., Albert, J., Fernández-Jaén, A., Carretié, L. (2013). Emotional distraction in boys with ADHD: Neural and behavioral correlates. *Brain and Cognition*, 83(1), 10–20.
- Lu, Y., Jaquess, KJ., Hatfield, BD., Zhou, C., Li, H. (2017). Valence and arousal of emotional stimuli impact cognitive-motor performance in an oddball task. *Biological Psychology*, 125, 105–114.

- Luck, S.J. (2012). Electrophysiological correlates of the focusing of attention within complex visual scenes: N2pc and related ERP components.
- Lumer ED., Friston KJ., Rees G (1998) Neural correlates of perceptual rivalry in the human brain. *Science* (280), 1930-1934.
- Mairon, N., Nahum, M., Stolk, A., Knight, RT., Perry, A. (2020). Behavioral and EEG Measures Show no Amplifying Effects of Shared Attention on Attention or Memory. *Scientific Reports* 10(1), 1–11.
- Mendoza-Medialdea, MT., Ruiz-Padial, E. (2021). Understanding the capture of exogenous attention by disgusting and fearful stimuli: The role of interoceptive accuracy. *International Journal of Psychophysiology*, 161, 53–63.
- Mendoza-Medialdea, MT., Ruiz-Padial, E. (2022). Exploration of Exogenous Attention to Disgust and Fear Pictures with Different Spatial Frequencies Through Event-related Potentials. *Neuroscience*, 481, 1–11.
- Mitchell, J.F., Stoner, G.R., Reynolds, J.H. (2004). Object-based attention determines dominance in binocular rivalry. *Nature*, 429(6990), 410-413.
- Moreno-Sánchez, M., Aznar-Casanova, J.A. Valle-Inclán, F. (2019). "Attention to monocular images bias binocular rivalry." *Frontiers in Systems Neuroscience*, 13: 12.
- Necker, LA. (1832). LXI. Observations on some remarkable optical phænomena seen in Switzerland; and on an optical phænomenon which occurs on viewing a figure of a crystal or geometrical solid. The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science, 1(5), 329-337.
- Nordström, H., Wiens, S. (2012). Emotional event-related potentials are larger to figures than scenes but are similarly reduced by inattention. *BMC Neuroscience*, 13(1), 1–10.
- Ooi, T.L., He, Z.J. (1999). Binocular rivalry and visual awareness: The role of attention. *Perception*, 28(5), 551-574.
- Oostenveld R., Fries P., Maris E. Schoffelen J. (2011) FieldTrip: open source software for advanced analysis of MEG, EEG, and invasive electrophysiological data. *Computational Intelligence & Neuroscience*. Retrieved from <http://fieldtrip.fcdonders.nl>
- Pitts, MA., Britz, J. (2011). Insights from intermittent binocular rivalry and EEG. *Frontiers in human neuroscience*, 5, 107.
- Pitts MA., Martínez A., Hillyard SA. (2012) Visual processing of contour patterns under conditions of inattention blindness. *Journal of cognitive neuroscience*, 24(2), 287-303.
- Polonsky, A., Blake, R., Braun, J., Heeger, DJ. (2000). Neuronal activity in human primary visual cortex correlates with perception during binocular rivalry. *Nature neuroscience*, 3(11), 1153-1159.
- Pool, E., Brosch, T., Delplanque, S., Sander, D. (2016). Attentional bias for positive emotional stimuli: A meta-analytic investigation. *Psychological Bulletin*, 142(1), 79–106.
- Potts, G.F. (2004). An ERP index of task relevance evaluation of visual stimuli. *Brain and cognition* 56.1: 5-13.
- Öhman, A., Soares, J.J. (1994). " Unconscious anxiety": phobic responses to masked stimuli. *Journal of abnormal psychology*, 103(2), 231.
- Ojanen, V., Revonsuo, A., Sams, M. (2003). Visual awareness of low-contrast stimuli is reflected in event-related brain potentials. *Psychophysiology*, 40(2), 192-197.
- Palomba, D., Angrilli, A., Mini, A. (1997). Visual evoked potentials, heart rate responses and memory to emotional pictorial stimuli. *International journal of psychophysiology*, 27(1), 55-67.

- Paffen, CL., Verstraten, FA., Vidnyánszky, Z. (2008). Attention-based perceptual learning increases binocular rivalry suppression of irrelevant visual features. *Journal of Vision*, 8(4), 25-25.
- Persuh, M. (2018). Measuring perceptual consciousness. *Frontiers in psychology*, 8, 2320.
- Pitts, MA., Britz, J. (2011) Insights from intermittent binocular rivalry and EEG. *Frontiers in human neuroscience* 5 ,107.
- Polonsky, A., Blake, R., Braun, J., Heeger, DJ. (2000). Neuronal activity in human primary visual cortex correlates with perception during binocular rivalry. *Nature neuroscience*, 3(11), 1153-1159.
- R Core Team (2021). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna. Austria. <https://www.R-project.org/>.
- Ritchie KL., Bannerman RL., Sahraie A (2012) The effect of fear in the periphery in binocular rivalry. *Perception*, 41, 1395-1401.
- Roeber, U., Schröger, E. (2004). Binocular rivalry is partly resolved at early processing stages with steady and with flickering presentation: a human event-related brain potential study. *Neuroscience Letters*, 371(1), 51-55.
- Roeber, U., Widmann, A., Trujillo-Barreto, NJ., Herrmann, CS., O'Shea, RP., Schröger, E. (2008). Early correlates of visual awareness in the human brain: Time and place from event-related brain potentials. *Journal of Vision*, 8(3), 21-21.
- Rozenkrants, B., Polich, J. (2008). Affective ERP processing in a visual oddball task: Arousal, valence, and gender. *Clinical Neurophysiology*, 119(10), 2260–2265.
- Rubin, E. (1915) *Synsoplevede figurer*. Copenhagen: Glydendalski.
- Russell. JA. (1980). A circumplex model of affect. *Journal of Personality and Social Psychology*. 39(6), 1161.
- Ruiz-Padial, E., Mercado, F. (2021). In exogenous attention, time is the clue: Brain and heart interactions to survive threatening stimuli. *PLOS ONE*, 16(5), 2020.11.17.386334.
- Sandberg K., Bahrami B., Kanai R., Barnes GR. (2013) Responses Predict Conscious Face Perception within y between Subjects during Binocular Rivalry. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 25(6), 969-985.
- Sandberg K., Barnes GR., Bahrami B., Kanai R., Overgaard M., Rees G (2014) Distinct MEG correlates of conscious experience. perceptual reversals y stabilization during binocular rivalry. *NeuroImage*, 100, 161-175.
- Sandberg, K., Frässle, S., Pitts, M. (2016). Future directions for identifying the neural correlates of consciousness. *Nature Reviews Neuroscience*, 17(10), 666-666.
- Sennwald, V., Pool, E., Brosch, T., Delplanque, S., Bianchi-Demicheli, F., Sander, D. (2016). Emotional attention for erotic stimuli: Cognitive and brain mechanisms. *The Journal of Comparative Neurology*, 524(8), 1668–1675.
- Schupp, HT., Junghöfer, M., Weike, AI., Hamm, AO. (2004). The selective processing of briefly presented affective pictures: An ERP analysis. *Psychophysiology*, 41(3), 441–449.
- Schupp HT., Flaisch T., Stockburger J., Junghöfer M (2006) Emotion y attention: event-related brain potential studies. *Progress in brain research*, 156. 31-51.
- Schupp, HT., Stockburger, J., Schmälzle, R., Bublatzky, F., Weike, A. I., Hamm, AO. (2008). Visual noise effects on emotion perception: Brain potentials and stimulus identification. *NeuroReport*, 19(2), 167–171.

- Simons DJ, Chabris CF. (1999) Gorillas in our midst: sustained inattention blindness for dynamic events. *Perception*, 28(9):1059-74.
- Soares, SC., Kessel, D., Hernández-Lorca, M., García-Rubio, MJ., Rodrigues, P., Gomes, N., Carretié, L. (2017). Exogenous attention to fear: Differential behavioral and neural responses to snakes and spiders. *Neuropsychologia*, 99, 139–147.
- Sterzer, P., Kleinschmidt, A. (2007). A neural basis for inference in perceptual ambiguity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(1), 323-328
- Thom, N., Knight, J., Dishman, R., Sabatinelli, D., Johnson, DC., Clementz, B. (2014). Emotional scenes elicit more pronounced self-reported emotional experience and greater EPN and LPP modulation when compared to emotional faces. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 14, 849–860.
- Tong, F., Nakayama, K., Vaughan, J. T., Kanwisher, N. (1998). Binocular rivalry and visual awareness in human extrastriate cortex. *Neuron*, 21(4), 753-759.
- Tong, F., Engel, SA. (2001). Interocular rivalry revealed in the human cortical blind-spot representation. *Nature*, 411(6834), 195-199.
- Yoon KL., Hong SW., Joormann J., Kang P (2009) Perception of Facial Expressions of Emotion During Binocular Rivalry. *Emotion*. 9(2), 172-182.
- Veser, S., O’Shea, RP., Schröger, E., Trujillo-Barreto, NJ., Roeber, U. (2008). Early correlates of visual awareness following orientation and colour rivalry. *Vision Research*, 48(22), 2359-2369.
- Weinberg, A., Hajcak, G. (2011). Electrocortical evidence for vigilance-avoidance in Generalized Anxiety Disorder. *Psychophysiology*, 48(6), 842–851.
- Wiens SS., A. Norberg J. Yersson P (2011) Emotional event-related potentials are reduced if negative pictures presented at fixation are unattended. *Neuroscience letters*, 495(3), 178-182.
- Wilbertz, G., van Slooten, J., Sterzer, P. (2014). Reinforcement of perceptual inference: Reward and punishment alter conscious visual perception during binocular rivalry. *Frontiers in Psychology*, 5, 1377.
- Wilenius-Emet, M., Revonsuo, A., Ojanen, V. (2004). An electrophysiological correlate of human visual awareness. *Neuroscience letters*, 354(1), 38-41.
- Williams MA., Morris AP., McGlone F., Abbott DF., Mattingley JB. (2004) Amygdala responses to fearful y happy facial expressions under conditions of binocular suppression. *The Journal of Neuroscience*, 24(12), 2898-2904.
- Wu, CT., Libertus, ME., Meyerhoff, KL., Woldorff, MG. (2011). The temporal dynamics of object processing in visual cortex during the transition from distributed to focused spatial attention. *Journal of cognitive neuroscience*, 23(12), 4094-4105..
- Wunderlich, K., Schneider, KA., Kastner, S. (2005). Neural correlates of binocular rivalry in the human lateral geniculate nucleus. *Nature neuroscience*, 8(11), 1595-1602.
- Wolfe JM (1983) Influence of spatial frequency, luminance, y duration on binocular rivalry y abnormal fusion of briefly presented dichoptic stimuli. *Perception*, 12(4), 447-456
- Zeman, AZ., Grayling, AC., Cowey, A. (1997). Contemporary theories of consciousness. *Journal of neurology, neurosurgery, and psychiatry*, 62(6), 549.
- Zhang, P., Jamison, K., Engel, S., He, B., He, S. (2011). Binocular rivalry requires visual attention. *Neuron*, 71(2), 362-369.

Glosario de abreviaturas

ACP(t/e)	Análisis de componentes principales (t. temporal; e. espacial)
ANOVA	Análisis de varianza
CDD	<i>Current but distinct target-distractor</i>
DOM	Porcentaje de ensayos dominantes por condición experimental en los Experimentos 1, 2 y 3
EEG	Electroencefalografía
EmoMadrid	Banco de imágenes puntuadas en las dimensiones Valencia y Activación
EOG	Electrooculografía
EPN	<i>Early posterior negativity</i>
FE(s)	Factor(es) espacial(es)
FT(s)	Factor(es) temporal(es)
LPP	<i>Late Positive Potential</i>
MEG	Magnetoencefalografía
Neu (Exp 3)	Grupo de imágenes cuyo contenido temático son animales neutros (peces y pájaros)
NeuControl	Grupo de imágenes neutras que rivalizan con el resto de los grupos de imágenes en los Experimentos 1 y 2
NeuExp	Grupo de imágenes neutras que rivalizan con el grupo de imágenes NeuControl en los Experimentos 1 y 2
Neg (Exp 1 y 2)	Grupo de imágenes negativas que rivalizan con el grupo de imágenes NeuControl en los Experimentos 1 y 2
Neg (Exp 3)	Grupo de imágenes cuyo contenido temático son animales negativos (arañas y serpientes)
NR	No Rival: formato visual binocular normal aplicado en el Experimento 3
N1	Pico negativo primero en aparición
N2 _(pc)	Pico negativo segundo en aparición (parietal contralateral)
Obj	Grupo de imágenes neutras cuyo contenido temático son objetos.
Pos (Exp 1 y 2)	Grupo de imágenes positivas que rivalizan con el grupo de imágenes NeuControl en los Experimentos 1 y 2
Pos (Exp 3)	Grupo de imágenes cuyo contenido temático son animales positivos (cachorros de perros y gatos)
PRAD	Potenciales relacionados con acontecimientos discretos
P1	Pico positivo primero en aparición
P2(a)	Pico positivo segundo en aparición (anterior)
P3	Pico positivo tercero en aparición
RB	Rivalidad binocular
SSVE	<i>Steady-state visual evoked potentials</i>
TE	Tasa de Error
TR	Tiempo de Reacción
VAN	<i>Visual Awareness Negativity</i> (deflexión en latencia 130-320 ms)
η^2_p	Eta cuadrada parcial: estadístico del tamaño del efecto

Índice de tablas

Tabla 4.1 Medias y desviaciones típicas (en paréntesis) de: (a) Valencia subjetiva (-2 muy negativo a 2 muy positivo) y Activación (-2 muy negativo a 2 muy positivo) de las imágenes; (b) bandas de frecuencia espacial de las imágenes (SF; frecuencia espacial en ciclos/imagen), componente rojo (R), componente verde (G), componente azul (B), luminosidad, y peso (operativizado como la media de tono, saturación y brillo)39

Tabla 4.2 Resultados ANOVA de medidas repetidas sobre las puntuaciones del banco de imágenes EmoMadrid en Valencia y Activación y de las características físicas de las imágenes: bandas de frecuencia, espacial de las imágenes (SF; frecuencia espacial en ciclos/imagen), componente rojo (R), componente verde (G), componente azul (B), luminosidad, y peso (operativizado como la media de tono, saturación y brillo) (F, grados de libertad [gl], probabilidad [p], tamaño del efecto [η^2_p]). Las probabilidades marcadas con asterisco corresponden a las comparaciones post-hoc (con corrección Bonferroni)40

Tabla 4.3 Medias y desviaciones típicas (en paréntesis) de a) el porcentaje de ensayos (sobre 100) que terminaron en dominancia por duración del ensayo y condición emocional incluyendo los ensayos que habían terminado en fusión, b) el porcentaje de ensayos (sobre 100) que terminaron en dominancia por duración del ensayo y condición emocional excluyendo los ensayos que habían terminado en fusión y c) tiempos de reacción (expresado en segundos) por duración del ensayo y condición emocional. En la cabecera se indica en superíndice el estímulo que dominó y en el subíndice el estímulo con el que rivalizaba no percibido conscientemente.....42

Tabla 5.1 Número mínimo (Min), media y entre paréntesis desviaciones típicas de los ensayos aceptados para análisis para cada condición. En la cabecera se indica en el superíndice el estímulo que dominó y en el subíndice el estímulo con el que rivalizaba no percibido conscientemente.....53

Tabla 5.2 Medias y entre paréntesis desviaciones típicas de los tiempos de reacción (TR; expresado en segundos) y del porcentaje de dominancia (Dom; porcentaje) de los ensayos que terminaron en dominancia en cada una de las condiciones emocionales. En la cabecera se indica en superíndice el estímulo que dominó y en el subíndice el estímulo con el que rivalizaba no percibido conscientemente.....57

Tabla 5.3 Medias y desviaciones típicas (en paréntesis) de las puntuaciones espaciales extraídas del ACPE. En la cabecera se indica en superíndice el estímulo que dominó y en el subíndice el estímulo con el que rivalizaba no percibido conscientemente.....58

Tabla 5.4 Resultados del ANOVA de medidas repetidas de las puntuaciones factoriales resultantes del ACPE (F, grados de libertad [gl], probabilidad [p] y tamaño del efecto [η^2_p]). Las probabilidades marcadas con asterisco corresponden a las comparaciones post-hoc (con corrección Bonferroni)59

Tabla 5.5 Resultados de las correlaciones de Spearman (valores r y entre paréntesis valores p) sobre los datos conductuales de dominancia y los datos neurales (puntuaciones factoriales espaciales - linealmente relacionadas con las amplitudes- de los componentes PRAD).....	10
Tabla 6.1 Medias y desviaciones típicas (en paréntesis) de las valoraciones subjetivas y propiedades físicas de los estímulos: (a) valencia subjetiva (1 muy negativo – 5 muy positivo) y activación (1 nada activante – 5 muy activante) de las imágenes; (b) frecuencias espaciales de las imágenes (ciclos/imagen)	71
Tabla 6.2 Resultados del ANOVA de medidas repetidas de las valoraciones subjetivas de los estímulos y del ANOVA de un factor para el análisis de la densidad espectral de las distintas bandas de frecuencia (F, grados de libertad [gl], probabilidad [p] y tamaño del efecto [η^2_p]). Las probabilidades marcadas con asterisco corresponden a las comparaciones post-hoc (con corrección Bonferroni)	71
Tabla 6.3 Número mínimo y media del número de ensayos (entre paréntesis desviaciones típicas) aceptados para cada condición. De cara a los análisis, las dominancias Obj>Pos, Obj>Neg y Obj>Neu se combinaron una única condición Obj.....	73
Tabla 6.4 Resultados de los ANOVAs de medidas repetidas para los datos neurales de los ensayos que terminaban en dominancia del objeto vs animal positivo, negativo y neutro.....	74
Tabla 6.5 Medias y desviaciones típicas (entre paréntesis) de los porcentajes de Dominancia (DOM, rango 0-100), tasas de Error (TE, rango 0-1) y los tiempos de reacción (TR, expresados en segundos -s-).....	76
Tabla 6.6 Resultados de los análisis de comparación de medias (ANOVA de medidas repetidas o prueba de Friedman) de los porcentajes de Dominancia, Tasa de Error (TE) y Tiempos de Reacción (TR). Estadísticos ANOVA, Friedman y Wilcoxon (F, χ^2 Z), grados de libertad [gl], probabilidad (p), tamaño del efecto (η^2_p , Kendall W). Las probabilidades marcadas con asterisco corresponden a las comparaciones post-hoc (con corrección Bonferroni)	76
Tabla 6.7 Medias y desviaciones típicas (en paréntesis) de las respuestas neurales (puntuaciones factoriales espaciales).....	78
Tabla 6.8 Resultados del ANOVA de medidas repetidas de las puntuaciones factoriales resultantes del ACPe (F, grados de libertad [gl], probabilidad [p] y tamaño del efecto [η^2_p]). Las probabilidades marcadas con asterisco corresponden a las comparaciones post-hoc (con corrección Bonferroni).....	79

Índice de figuras

Figura 2.1 Ejemplos ampliamente conocidos de figuras multiestables. a) My wife and my mother in law, b) The vase-face illusion y c) The Necker cube15

Figura 2.2 Ilustración esquemática de la estimulación con el paradigma de RB. a) Dos rejillas distintas e incompatibles se proyectan cada una a un ojo. b) Ilustración de la percepción consciente con fases alternantes en las que se ve uno u otro estímulo durante un lapso de tiempo de 10 segundos.....16

Figura 4.1 Esquema ilustrado de la presentación de imágenes. Las imágenes coherentes se presentan en los hemisferios temporales y se procesan en la corteza visual primaria contralateral. En los hemisferios nasales se presenta la misma imagen troceada en 64 piezas de igual tamaño descolocadas a modo de máscara.....35

Figura 4.2 Esquema ilustrado de la tarea: a) cada ojo recibe la estimulación de una imagen real y su puzle, de tal manera que al estimular los dos ojos cada imagen real se superpone al puzle del otro ojo. Además, cada imagen y puzle llevan asociados un círculo con una línea inclinada hacia la derecha en un ojo y a la izquierda en el otro, b) las imágenes se presentan durante 150, 300, 600 o 1200 ms. La tarea del sujeto consiste en informar de la orientación de la línea de los círculos mediante un teclado.....37

Figura 4.3 Esquema que muestra el número de ensayos de cada categoría emocional. Hay 17 parejas de estímulos por condición emocional que se muestran en las dos localizaciones posibles, es decir, la imagen A se proyecta al ojo derecho y la B al izquierdo y viceversa. Así, el total de ensayos por condición emocional son 34. Además, cada pareja se presenta en las cuatro duraciones posibles (150, 300, 600 y 1200 ms)38

Figura 4.4 Diagrama de cajas de las medias y distribuciones de a) porcentaje dominancias (sobre 100) de las diferentes condiciones excluyendo los ensayos que terminaron en fusión y b) los TRs (en segundos). En la leyenda se muestran los nombres de las parejas que rivalizaban y la duración del ensayo, siendo el primer término la imagen que dominó en esa condición..43

Figura 5.1 Ejemplo de un ensayo de este experimento con una imagen neutra (izquierda) y una imagen negativa (derecha). A diferencia del estudio piloto, solamente se presenta una rejilla en cada ojo (entre la imagen y su puzle) y la tarea cuenta con tres opciones de respuesta: inclinación a la derecha, a la izquierda o fusión.....51

Figura 5.2 Gran promedio de los electrodos O1 y O2, en el que O1 ha registrado la señal EEG para las imágenes dominantes NeuExp, Pos y Neg (líneas continuas) y O2 la señal EEG de las imágenes inhibidas rivales NeuControl (líneas discontinuas). En el recuadro se señalan las ventanas de tiempo de los dos picos analizados (P1, 100 ms aprox.; N1, 180 ms aprox.). Al lado de cada pico se muestran las topografías que señalan los electrodos con voltajes máximos para esa latencia.....55

Figura 5.3 a) Cargas factoriales del ACPT coincidentes con b) grandes promedios de cada electrodo.....58

Figura 5.4 a) Grandes promedios de los electrodos Cz, P7 y P8 donde los efectos experimentales son patentes. Las líneas continuas representan las condiciones NeuExp (negro), Pos (verde) y Neg (rojo). La línea discontinua representa la condición NeuControl. Cada pico se relaciona con la topografía correspondiente a cada FE. b) Diagrama de cajas representando las medias y distribuciones de los FEs de los componentes de interés.....60

Figura 6.1 a) En el Formato RB se presenta una imagen emocional (animal positivo, negativo o neutro) en un ojo y una imagen objeto en el otro ojo. La tarea consiste en pulsar una tecla en el caso de que la percepción subjetiva sea de un animal, otra tecla en el caso de que sea un objeto o una tercera tecla para indicar fusión de imágenes. b) En el Formato NR se presenta la misma imagen a los dos ojos y la tarea consiste en contestar mediante un teclado si el contenido de la imagen contiene animal(es) u objeto(s). c) Línea temporal en la que se indica la duración de los ensayos y pantalla interensayos en el caso del Formato RB y d) en el caso del Formato NR.....70

Figura 6.2 Diagramas de cajas representando las medias y distribuciones de los resultados conductuales. (a) Porcentaje de ensayos que terminaron en dominancia de animal en el formato RB. (b) Tasas de error por Categoría en el formato NR. (c) Tiempos de reacción por Categoría y Formato.....77

Figura 6.3 a) Cargas factoriales del ACPT coincidentes con (b) grandes promedios de todas las condiciones (en gris). Los grandes promedios en gris claro pertenecen a los canales posteriores y los grandes promedios en gris oscuro pertenecen a los canales anteriores. (c) Representación topográfica de las cargas de los factores espaciales y grandes promedios de los canales donde dichas cargas son máximas. d) Gráfico de barras representando el factor Categoría (medias y barras de error) de cada Factor Espacial.....80

Figura 6.4 Resultados de las correlaciones de Spearman entre puntuaciones factoriales y datos conductuales. a) Valores r de las correlaciones entre las puntuaciones factoriales del VAN y los resultados conductuales, b) valores p de las correlaciones entre las puntuaciones factoriales del VAN y los resultados conductuales. (c) Valores r de las correlaciones entre las puntuaciones factoriales del EPN y los resultados conductuales, d) valores p de las correlaciones entre las puntuaciones factoriales del EPN y los resultados conductuales, e) Valores r de las correlaciones entre las puntuaciones factoriales del LPP y los resultados conductuales, b) valores p de las correlaciones entre las puntuaciones factoriales del LPP y los resultados conductuales.....81