

Programa de doctorado “Educación y Psicología”



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

“EFECTOS DEL ENVEJECIMIENTO SOBRE EL
OLVIDO INTENCIONAL DE INFORMACIÓN
NEUTRA Y CON CONTENIDO EMOCIONAL
NEGATIVO: ANÁLISIS CONDUCTUAL Y
ELECTROFISIOLÓGICO”



Doctoranda: Paula Alfonso Arias

Director: Julio Menor de Gaspar Pinilla



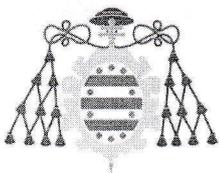
RESUMEN DEL CONTENIDO DE TESIS DOCTORAL

1.- Título de la Tesis	
Español: "EFECTOS DEL ENVEJECIMIENTO SOBRE EL OLVIDO INTENCIONAL DE INFORMACIÓN NEUTRA Y CON CONTENIDO EMOCIONAL NEGATIVO: ANÁLISIS CONDUCTUAL Y ELECTROFISIOLÓGICO"	Inglés: "EFFECTS OF AGING ON INTENTIONAL FORGETTING OF INFORMATION WITH NEUTRAL AND NEGATIVE EMOTIONAL CONTENT: BEHAVIORAL AND ELECTROPHYSIOLOGICAL ANALYSIS"

2.- Autor	
Nombre: PAULA ALFONSO ARIAS	DNI/Pasaporte/NIE:
Programa de Doctorado: "EDUCACIÓN Y PSICOLOGÍA"	
Órgano responsable: UNIVERSIDAD DE OVIEDO	

RESUMEN (en español)

El objetivo general de la tesis es estudiar cómo afecta el envejecimiento a la capacidad para olvidar intencionadamente diferentes materiales con contenido emocional neutro y negativo, así como analizar los correlatos electrofisiológicos subyacentes. Para ello se realizaron tres experimentos utilizando el procedimiento del olvido dirigido. En el primero se utilizaron imágenes neutras y negativas para estudiar el efecto del olvido en adultos jóvenes y adultos mayores. El segundo experimento se realizó también con imágenes, pero se introdujo una prueba de detección visual tras la presentación de la instrucción de memoria con el fin de estudiar el esfuerzo que conlleva recordar y olvidar las imágenes neutras y negativas. En el tercer experimento se utilizaron palabras con el objetivo de comprobar si los resultados obtenidos en el experimento 2 se mantenían o eran diferentes. En la fase estudio de los tres experimentos se registró la actividad electrofisiológica asociada a la presentación del estímulo (imágenes o palabras), a la instrucción de memoria (recuerda vs olvida) y a la detección de un estímulo visual tras la presentación de la instrucción (experimentos 2 y 3). A partir del registro electroencefalográfico se obtuvieron los potenciales evocados (PE) promediados en función de las diferentes condiciones experimentales. En la tarea

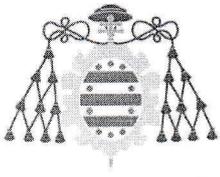


de detección visual se registraron los tiempos de respuesta y los aciertos. En la fase de reconocimiento se registraron la proporción de aciertos, las falsas alarmas y los tiempos de respuesta.

Los resultados conductuales en la prueba de reconocimiento de los experimentos 1 y 2 mostraron un efecto del olvido tanto en imágenes neutras como negativas en ambos grupos de participantes. No se encontró efecto del grupo ni de la emoción en interacción con la instrucción en ninguno de los dos experimentos. Sin embargo, en el tercer experimento realizado con palabras se encontró un menor efecto del olvido en el grupo de adultos mayores. Además, la emoción moduló el olvido dirigido en el grupo de adultos jóvenes, de tal forma que dicho efecto fue menor para palabras negativas que neutras. Cuando se analizaron los PE asociados al procesamiento del estímulo se encontró una mayor positividad asociada a las imágenes negativas en el grupo de adultos jóvenes en electrodos posteriores y en el grupo de adultos mayores tanto en electrodos anteriores como posteriores. Sin embargo, en el experimento realizado con palabras se encontró una mayor positividad asociada a las palabras negativas únicamente en el grupo de adultos jóvenes en electrodos anteriores.

Los PE asociados al procesamiento de la instrucción mostraron una mayor positividad asociada a la instrucción de recordar tanto en imágenes como en palabras. Sin embargo, este efecto fue menor en el grupo de adultos mayores en el experimento 1. Asimismo, se encontró una mayor positividad asociada a la instrucción de olvidar en el periodo 500-700 ms. tanto en imágenes como en palabras. Este efecto estuvo modulado por el grupo, de tal forma que esta positividad fue más marcada en los electrodos anteriores en el grupo de adultos mayores.

En relación con la tarea de detección visual (experimentos 2 y 3), los resultados conductuales reflejaron mayores tiempos de respuesta cuando el estímulo visual iba

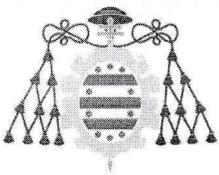


precedido de la instrucción de olvidar que cuando iba precedido de la instrucción de recordar sólo en el grupo de adultos jóvenes. Esto ocurrió tanto en imágenes como en palabras. Sin embargo, cuando se analizaron los PE asociados a la detección visual del estímulo se encontró una mayor positividad cuando iba precedido de la instrucción de olvidar que cuando iba precedido de la instrucción de recordar en ambos grupos. Asimismo, este efecto estuvo modulado por la emoción, por lo que se encontró una mayor positividad asociada a la detección visual del estímulo cuando éste iba precedido de la instrucción de olvidar estímulos negativos. Este resultado se encontró tanto en imágenes como en palabras.

Los resultados indican que con el envejecimiento se produce un declive tanto en los mecanismos inhibitorios como en la memoria episódica, lo que dificulta el olvido intencional de información.

RESUMEN (en Inglés)

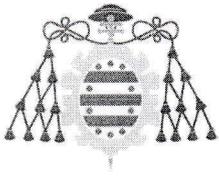
The general objective of the thesis is to study how aging affects the ability to intentionally forget different materials with neutral and negative emotional content, as well as to analyze the underlying electrophysiological correlates. For this, three experiments were carried out using the directed forgetting procedure. In the first, neutral and negative images were used to study the effect of forgetting in younger adults and older adults. The second experiment was also carried out with images, but a visual detection task was introduced after the presentation of the memory instruction to study the effort involved in remembering and forgetting the neutral and negative images. In



the third experiment, words were used to check if the results obtained in experiment 2 were maintained or different. In the study phase of the three experiments, the electrophysiological activity associated with the presentation of the stimulus (images or words), the memory instruction (remember vs. forget) and the detection of a visual stimulus after the presentation of the instruction (experiments 2 and 3) were registered. From the electroencephalographic recording, the event related potentials (ERPs) averaged according to the different experimental conditions were obtained. In the visual detection task, response times and hits were recorded. In the recognition phase, the proportion of hits, false alarms and response times were recorded.

The behavioral results in the recognition test of experiments 1 and 2 showed a directed forgetting effect in both neutral and negative images in both groups of participants. No effect of group or emotion was found in interaction with instruction in either of the two experiments. However, in the third experiment carried out with words, a lower directed forgetting effect was found in the group of older adults. In addition, emotion modulated the directed forgetting in younger adults whereby this effect was less for negative than neutral words. When the ERPs associated with stimulus processing were analyzed, greater positivity associated with negative images was found in younger adults in posterior electrodes whereas in the older group this positivity was found both in anterior and posterior electrodes. However, in the experiment with words, a greater positivity associated with negative words was found only in younger adults in anterior electrodes.

The ERPs associated with the processing of the instruction showed greater positivity associated to remember instruction in pictures and words. However, this effect was lower in the group of older adults in experiment 1. Likewise, forget instruction evoked more positivity than remember instruction in the period of 500-700



ms. in images and words. This effect was modulated by the group, in such a way that this positivity was more marked in the anterior electrodes in older adults.

In relation to the visual detection task (experiments 2 and 3), the behavioral results reflected longer response times when the visual stimulus was preceded by the instruction to forget than when it was preceded by the instruction to remember only in younger adults. This happened with both pictures and words. However, when the ERPs associated with the visual detection of the stimulus were analyzed, greater positivity was found when visual detection was preceded by the instruction to forget than when it was preceded by the instruction to remember in younger and older adults. Likewise, this effect was modulated by emotion whereby the visual detection evoked more positivity when it was preceded by the instruction to forget negative stimuli. This result was found with both images and words.

The results indicate that with aging there is a decline in both inhibitory mechanisms and episodic memory, which makes it difficult to intentionally forget information.

SR. PRESIDENTE DE LA COMISIÓN ACADÉMICA DEL PROGRAMA DE DOCTORADO
EN _____

FERNANDEZ
COSTALES
ALBERTO -
53534763D

Firmado digitalmente
por FERNANDEZ
COSTALES ALBERTO -
53534763D
Fecha: 2021.05.10
12:50:16 +02'00'

AGRADECIMIENTOS

Como no podía ser de otra manera, me gustaría comenzar este relato agradeciendo el apoyo a todas las personas que me acompañaron en esta aventura. Algunas han estado siempre conmigo, otras se han cruzado en algún momento, pero ¡bendito momento!

Gracias a mi director por su apoyo y su guía en este proyecto.

Gracias a Joaquín, por su generosidad y su paciencia.

Gracias a Antonio y Ana, por confiar en mí y darme una oportunidad.

Gracias a mis amigos, tanto de dentro como fuera de la universidad, que me han ayudado a despejar cuando necesitaba un respiro y también me han escuchado cuando era necesario.

Gracias a Susi, Vane y Laura por acompañarme hasta el final y apoyarme cuando más lo necesitaba.

Gracias a mi familia por estar siempre ahí.

Gracias a mi compañero de vida, Pedro, por aguantarme, aconsejarme y ayudarme.

Pero si a alguien le tengo que agradecer su contribución es a la personita más especial que tengo, a mi bebé. Arturo, llegaste en un momento inesperado pero el mejor momento que podría imaginar. No fue fácil compaginar tu cuidado con la finalización de esta aventura, pero cada día me llenabas de oxígeno. Quiero dejar estas palabras aquí marcadas, porque me gustaría que cuando fueses mayor las leyeras y te dieras cuenta de lo importante que fuiste en ese momento y, sobre todo me gustaría trasladarte que con esfuerzo y tesón todo se puede lograr.

No puedo concluir estos agradecimientos sin mencionar a todas las personas que voluntariamente participaron en este proyecto. Sin ellas, nada habría sido posible. Gracias por prestaros a colaborar con la ciencia y contribuir a que este tipo de trabajos se puedan realizar.

Esta tesis va dirigida a todas las personas que creyeron en mí. Por todo ello, simplemente:

Gracias

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN -----	Pag. 9
1.1. Olvido dirigido -----	Pag. 10
1.1.1. Olvido dirigido y material utilizado -----	Pag. 11
1.1.2. Teorías del olvido dirigido -----	Pag. 11
1.1.3. Olvido dirigido y contenido emocional -----	Pag. 15
1.2. Envejecimiento y olvido dirigido -----	Pag. 17
1.3. Envejecimiento, olvido dirigido y contenido emocional -----	Pag. 21
1.4. Correlatos electrofisiológicos (PE) subyacentes al olvido dirigido ---	Pag. 23
1.4.1. Correlatos electrofisiológicos del estímulo -----	Pag. 23
1.4.2. Correlatos electrofisiológicos subyacentes a las instrucciones de memoria -----	Pag. 24
1.4.3. Correlatos electrofisiológicos subyacentes al olvido dirigido de información con contenido emocional -----	Pag. 27
1.4.4. Efectos del envejecimiento sobre los correlatos electrofisiológicos subyacentes al olvido dirigido de información con contenido emocional -----	Pag. 28
1.5. Objetivos experimentales -----	Pag. 29
2. DESARROLLO EXPERIMENTAL -----	Pag. 30
2.1. Experimento 1: Olvido dirigido de imágenes con contenido emocional -----	Pag. 31
2.1.1. Método -----	Pag. 33
2.1.1.1. Participantes -----	Pag. 33
2.1.1.2. Diseño y materiales -----	Pag. 34
2.1.1.3. Procedimiento -----	Pag. 36
2.1.1.4. Registro -----	Pag. 37
2.1.1.5. Análisis de Datos -----	Pag. 38
2.1.2. Resultados -----	Pag. 41
2.1.2.1. Conductuales -----	Pag. 41
2.1.2.2. Electrofisiológicos -----	Pag. 43

2.1.3. Discusión -----	Pag. 60
2.2. Experimento 2: Olvido dirigido de imágenes con contenido emocional y prueba de detección visual -----	Pag. 66
2.2.1. Método -----	Pag. 69
2.2.1.1. Participantes -----	Pag. 69
2.2.1.2. Diseño y materiales -----	Pag. 71
2.2.1.3. Procedimiento -----	Pag. 71
2.2.1.4. Registro -----	Pag. 73
2.2.1.5. Análisis de Datos -----	Pag. 73
2.2.2. Resultados -----	Pag. 77
2.2.2.1. Conductuales -----	Pag. 77
2.2.2.2. Electrofisiológicos -----	Pag. 82
2.2.3. Discusión -----	Pag. 105
2.3. Experimento 3: Olvido dirigido de palabras con contenido emocional y prueba de detección visual -----	Pag. 111
2.3.1. Método -----	Pag. 113
2.3.1.1. Participantes -----	Pag. 113
2.3.1.2. Diseño y materiales -----	Pag. 115
2.3.1.3. Procedimiento -----	Pag. 116
2.3.1.4. Registro -----	Pag. 118
2.3.1.5. Análisis de Datos -----	Pag. 118
2.3.2. Resultados -----	Pag. 121
2.3.2.1. Conductuales -----	Pag. 121
2.3.2.2. Electrofisiológicos -----	Pag. 127
2.3.3. Discusión -----	Pag. 151
3. DISCUSIÓN GENERAL -----	Pag. 158
3.1. Resultados Conductuales -----	Pag. 159
3.2. Resultados Electrofisiológicos -----	Pag. 162
4. CONCLUSIONES -----	Pag. 172
5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS -----	Pag. 175

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	-----	Pag. 34
Tabla 2	-----	Pag. 43
Tabla 3	-----	Pag. 45
Tabla 4	-----	Pag. 45
Tabla 5	-----	Pag. 51
Tabla 6	-----	Pag. 52
Tabla 7	-----	Pag. 70
Tabla 8	-----	Pag. 80
Tabla 9	-----	Pag. 81
Tabla 10	-----	Pag. 81
Tabla 11	-----	Pag. 83
Tabla 12	-----	Pag. 84
Tabla 13	-----	Pag. 89
Tabla 14	-----	Pag. 90
Tabla 15	-----	Pag. 114
Tabla 16	-----	Pag. 116
Tabla 17	-----	Pag. 125
Tabla 18	-----	Pag. 126
Tabla 19	-----	Pag. 126
Tabla 20	-----	Pag. 127
Tabla 21	-----	Pag. 135
Tabla 22	-----	Pag. 136

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	-----	Pag.37
Figura 2	-----	Pag.39
Figura 3	-----	Pag.46
Figura 4	-----	Pag.47
Figura 5	-----	Pag.47
Figura 6	-----	Pag.53
Figura 7	-----	Pag.54
Figura 8	-----	Pag.55
Figura 9	-----	Pag.56
Figura 10	-----	Pag.57
Figura 11	-----	Pag.57
Figura 12	-----	Pag.58
Figura 13	-----	Pag.59
Figura 14	-----	Pag.59
Figura 15	-----	Pag.60
Figura 16	-----	Pag.73
Figura 17	-----	Pag.85
Figura 18	-----	Pag.86
Figura 19	-----	Pag.86
Figura 20	-----	Pag.92
Figura 21	-----	Pag.93
Figura 22	-----	Pag.94
Figura 23	-----	Pag.95
Figura 24	-----	Pag.96
Figura 25	-----	Pag.96
Figura 26	-----	Pag.97
Figura 27	-----	Pag.97
Figura 28	-----	Pag.98

Figura 29	-----	Pag.98
Figura 30	-----	Pag.101
Figura 31	-----	Pag.102
Figura 32	-----	Pag.103
Figura 33	-----	Pag.103
Figura 34	-----	Pag.104
Figura 35	-----	Pag.118
Figura 36	-----	Pag.128
Figura 37	-----	Pag.129
Figura 38	-----	Pag.129
Figura 39	-----	Pag.137
Figura 40	-----	Pag.138
Figura 41	-----	Pag.139
Figura 42	-----	Pag.140
Figura 43	-----	Pag.141
Figura 44	-----	Pag.141
Figura 45	-----	Pag.142
Figura 46	-----	Pag.143
Figura 47	-----	Pag.144
Figura 48	-----	Pag.145
Figura 49	-----	Pag.145
Figura 50	-----	Pag.147
Figura 51	-----	Pag.148
Figura 52	-----	Pag.149
Figura 53	-----	Pag.149
Figura 54	-----	Pag.150
Figura 55	-----	Pag.150



INTRODUCCIÓN



1. INTRODUCCIÓN

1.1. Olvido Dirigido

Habitualmente se relaciona el olvido con fallos de la memoria, sin embargo, olvidar información irrelevante, que ya no es funcional, es necesario para que nuestro sistema de memoria opere de forma eficiente. Constantemente olvidamos y recordamos información. Aquellos contenidos que están obsoletos o no son importantes para la consecución de nuestros objetivos, son desechados de nuestro sistema de memoria permitiéndonos centrarnos en los objetivos prioritarios. El olvido forma parte de los procesos de actualización de la memoria y responde a necesidades adaptativas (Bjork, 1989; Bjork et al., 1998).

Uno de los paradigmas que se utilizan para estudiar la capacidad de olvidar intencionadamente información designada como irrelevante es el paradigma del olvido dirigido (Bjork et al., 1968). Existen dos modalidades, el método del ítem y el método de la lista. En el método del ítem cada estímulo va seguido de la instrucción de recordar (R) o de olvidar (O). En el método de la lista la instrucción de memoria aparece al final de un conjunto de ítems. Posteriormente, en una prueba de memoria se pregunta por los estímulos previamente presentados, independientemente de que fuesen de R u O. El mayor recuerdo de ítems de la categoría de R que de la categoría de O es lo que se conoce como *efecto del olvido*.

Se ha observado efecto del olvido tanto en pruebas de recuerdo libre como en pruebas de reconocimiento en el método del ítem. En cambio, en el método de la lista únicamente se observa efecto del olvido en recuerdo libre (Basden y Basden, 1996). Esta diferencia en los resultados ha dado lugar a diferentes explicaciones del efecto del

olvido en ambos métodos. A continuación, nos centraremos en el método del ítem ya que es el método objeto de estudio del presente trabajo.

1.1.1. Olvido dirigido y material utilizado

Se ha observado efecto del olvido en diferentes materiales, en palabras (Bailey y Chapman, 2012; Brandt et al., 2013), imágenes (Hauswald et al., 2010; Nowicka et al., 2011; Yang et al., 2012), eventos autobiográficos (Barnier et al., 2007; Joslyn y Oakes, 2005) y números de teléfono (Gottlob et al., 2006).

Algunos estudios han utilizado información verbal simple como palabras sin contenido emocional (Paz-Caballero et al., 2004; Quinlan et al., 2010). En otros estudios, en cambio, han utilizado palabras con contenido emocional (Bailey y Chapman, 2012; Brandt et al., 2013; Gallant y Dyson, 2016). Hay estudios que han utilizado eventos autobiográficos lo que supone representaciones más complejas de la memoria (Barnier et al., 2007; Joslyn y Oakes, 2005) o imágenes, con contenido emocional y sin él, encontrando diferentes resultados (Hauswald et al., 2010, Yang et al., 2012). Dadas las diferencias en los resultados obtenidos en función de los estímulos utilizados, es interesante estudiar cómo las características de los estímulos pueden afectar a la capacidad para olvidarlos intencionadamente.

1.1.2. Teorías del olvido dirigido

El efecto del olvido obtenido mediante el método del ítem ha sido explicado en base a diferentes teorías.

i) Repaso selectivo

Algunas teorías sostienen que el efecto del olvido es producto del repaso selectivo de los ítems de recordar (Bjork, 1972; Basden et al., 1993). Según estas investigaciones cuando al sujeto se le presenta el estímulo, éste es almacenado temporalmente en la memoria de trabajo hasta que aparece la instrucción de memoria. Si la instrucción es recordar, entonces el ítem es procesado en profundidad lo que favorece su codificación, si por el contrario la instrucción es de olvidar, entonces el ítem se desvanece de la memoria de trabajo. Esto permitiría el repaso selectivo de los estímulos de recordar. Alonso y Díez (2000) en su estudio con palabras para poner a prueba la hipótesis del repaso diferencial compararon el resultado en el olvido dirigido en pruebas directas e indirectas. Si el efecto del olvido es producto del repaso diferencial entonces se observaría efecto del olvido en pruebas directas como el recuerdo libre o el reconocimiento, pero no en pruebas indirectas de tipo perceptivo ya que en estas pruebas las variaciones en el procesamiento durante la fase de estudio no afectarían al efecto del olvido. Estos investigadores encontraron diferencias en el efecto del olvido entre las pruebas directas e indirectas perceptivas. Mientras que en la prueba directa se observó efecto del olvido, en la prueba indirecta de tipo perceptivo no se observó este efecto. Estos resultados se han encontrado en otros estudios (Menor y Paz-Caballero, 1996; Paz Caballero y Menor, 1999). Basden et al. (1993) en su estudio con palabras encontraron en el método del ítem efecto del olvido tanto en recuerdo libre como en la prueba de reconocimiento. Sin embargo, en el método de la lista sólo se encontró efecto del olvido en recuerdo libre ya que los ítems asociados a la instrucción de olvidar se reconocieron en la prueba de reconocimiento. Estos resultados apoyan la hipótesis del repaso selectivo de los estímulos asociados a la instrucción de recordar en el método del ítem, mientras que en el método de la lista la inhibición en la recuperación tendría un papel más importante.

ii) *Inhibición atencional*

Otras teorías sostienen que en el efecto del olvido es importante la inhibición atencional (Hasher y Zacks, 1988; Zacks et al., 1996). Según estas teorías el efecto del olvido no es producto del desvanecimiento de la información de nuestra memoria, sino que en él intervienen procesos activos que consumen recursos del sistema como la retirada de atención. En este sentido, al participante se le presenta el estímulo, éste es almacenado en la memoria de trabajo hasta que aparece la instrucción de memoria. Si la instrucción es olvidar, el participante pone en marcha una serie de mecanismos para retirar la atención del ítem, lo que dificulta su codificación y repaso. Zacks et al. (1996) encontraron un menor efecto del olvido en el grupo de adultos mayores. Estos autores proponen que este resultado podría ser debido a un déficit de los mecanismos inhibitorios lo que mermaría la capacidad para inhibir atencionalmente los ítems de la categoría de olvidar y como consecuencia se produciría un menor efecto del olvido. Por tanto, en el olvido dirigido mediante el método del ítem no sólo intervendría el repaso selectivo sino también la inhibición atencional. Wylie et al. (2008) aplicaron la técnica de la resonancia magnética funcional para estudiar los mecanismos cerebrales implicados en el olvido y para ello estudiaron las diferencias entre el olvido intencional y el olvido incidental. En el olvido intencional encontraron una mayor activación del córtex prefrontal derecho y del lóbulo parietal superior, ambos relacionados con el procesamiento inhibitorio. Sin embargo, en el olvido incidental encontraron una mayor activación del giro inferior frontal. Resultados similares han sido encontrados en otros estudios (Rizio y Dennis, 2013).

Fawcett y Taylor (2008) identifican el repaso selectivo con una visión pasiva del olvido en la que los ítems de la categoría de olvidar se desvanecen de la memoria en ausencia de repaso, e identifican la inhibición atencional con una visión activa del

olvido en la que los ítems de olvidar se suprimen de la memoria de trabajo. Para poner a prueba si el olvido es producto de un proceso pasivo o activo añadieron una prueba de detección visual tras cada instrucción de memoria (R, O). El objetivo era medir la demanda cognitiva asociada a cada instrucción de memoria, R vs O. Los participantes obtuvieron mayores TRs ante la prueba de detección visual cuando ésta iba precedida de la instrucción de olvidar que cuando iba precedida de la instrucción de recordar. Los autores interpretaron estos resultados como una prueba a favor del punto de vista activo del olvido intencional. Resultados similares han sido encontrados posteriormente (Fawcett y Taylor, 2010; Fawcett et al., 2013). Lee y Hsu (2013) en su estudio con eventos, encontraron mayores TRs cuando la prueba de detección visual iba precedida de la instrucción de olvidar que cuando iba precedida de la instrucción de recordar.

iii) Set differentiation

También se ha explicado el efecto del olvido aludiendo a la diferenciación de los ítems en dos categorías, la categoría de recordar y la categoría de olvidar (Bjork, 1970; Reitman et al., 1973). De acuerdo con esta teoría, el participante divide los ítems que se le van presentando en la categoría de recordar, incluyendo aquí aquellos estímulos seguidos de la instrucción de recordar, o en la categoría de olvidar, incluyendo en esta categoría aquellos estímulos seguidos de la instrucción de olvidar. Posteriormente al set de recordar se le aplicarán estrategias de repaso mientras al set de olvidar no se le aplicarán tales estrategias, lo que dará lugar al mayor recuerdo de ítems de la categoría de recordar que de olvidar (Bjork, 1970; Reitman et al., 1973).

1.1.3. Olvido Dirigido y contenido emocional

Uno de los factores que puede estar modulando el efecto del olvido es el contenido emocional de los ítems de estudio. Las investigaciones sugieren que tendemos a prestar más atención a los estímulos negativos que a los neutros (Carretié et al., 2001; Grühn et al., 2005). Dado que los estímulos negativos pueden resultar potencialmente peligrosos para nuestro organismo se procesan de forma preferente salvaguardando así la supervivencia del individuo (Lazarus, 1991; LeDoux, 1996). Si los estímulos negativos se procesan de forma preferente cabría esperar que éstos fuesen más resistentes al olvido. Para estudiar el efecto de la emoción algunos estudios tienen en cuenta dos dimensiones: la valencia y el arousal (Lang, 1995). La valencia hace referencia al grado de agradabilidad o desagradabilidad de un estímulo, mientras el arousal hace referencia al grado de excitación. En este sentido un estímulo negativo se caracterizaría por tener una valoración baja en la dimensión de valencia y un valor alto en la dimensión de arousal. Mientras que un estímulo neutro tendría puntuaciones medias tanto en valencia como en arousal. En relación con el olvido dirigido algunos estudios encuentran efecto del olvido para estímulos neutros, pero no para negativos (Hauswald, et al., 2010) mientras que otros encuentran efecto del olvido en ambas categorías (Yang et al., 2012). Gallant y Dyson (2016) utilizando palabras encontraron menor efecto del olvido en palabras negativas que neutras. En cambio, Brandt et al. (2013) utilizando también palabras encontraron efecto del olvido tanto para neutras como para negativas, siendo incluso mayor el efecto del olvido para negativas. Resultados similares han sido encontrados con imágenes, Yang et al. (2012) encontraron efecto del olvido para imágenes negativas y para imágenes neutras. Sin embargo, Hauswald et al. (2010) encontraron efecto del olvido para imágenes neutras,

pero no para negativas. No parece claro, por tanto, la capacidad para olvidar intencionadamente información negativa.

Efectos del arousal

Diferentes estudios han mostrado que el arousal puede ser una dimensión importante para entender los efectos de la emoción sobre la memoria. En este sentido, los estudios sugieren que el arousal es relevante para la codificación y el almacenamiento de la memoria a largo plazo (Bradley et al., 1992; Lang et al., 1993). Asimismo, diferentes investigaciones encontraron una relación entre los P.E. de larga latencia asociados al arousal y la memoria emocional (Maratos y Rugg, 2001; Dolcos y Cabeza, (2002). Palomba et al. (1997) encontraron que los estímulos con alto arousal elicitaron una mayor positividad en el periodo 300-900 ms. y se recordaron más que los estímulos neutros o de bajo arousal. Dolcos y Cabeza (2002) también encontraron una mayor positividad asociada a las imágenes con alto arousal en el periodo 300-600 ms y un mejor recuerdo de este tipo de imágenes en comparación con las imágenes neutras.

Algunos estudios han controlado la variable arousal para estudiar los efectos que puede tener sobre el olvido dirigido (Yang et al., 2012; Patrick et al., 2015; Gallant y Yang, 2014). Gallant y Yang (2014) igualaron en la dimensión de arousal las palabras neutras, negativas y positivas, de tal manera que las palabras sólo diferían en la dimensión de valencia. Los resultados mostraron efecto del olvido para todas las categorías. Yang et al. (2012) en su estudio con imágenes también igualaron los estímulos en la dimensión de arousal y obtuvieron efecto del olvido tanto en imágenes neutras como negativas.

1.2. Envejecimiento y olvido dirigido

Con el envejecimiento se produce un declive de algunos procesos cognitivos. Diferentes estudios ponen de manifiesto una disminución en la velocidad de procesamiento (Salthouse, 1996). También se producen cambios en los procesos atencionales. En este sentido, se encuentra un peor rendimiento en tareas de atención dividida, así como una mayor sensibilidad a las distracciones (Pousada y de la Fuente, 2005; Kramer y Madden, 2008). La neurociencia cognitiva del envejecimiento pone en relación los cambios en los procesos cognitivos y los cambios funcionales y estructurales del cerebro asociados a la edad. Algunos estudios han encontrado una mayor activación del córtex prefrontal en adultos mayores en comparación con los adultos jóvenes al realizar una tarea exigente, como por ejemplo una tarea de inhibición de respuesta o de atención dividida, en la que interviene esa zona del cerebro (Cabeza et al., 2002; Nielson et al., 2002). Diferentes teorías han intentado explicar este efecto (Grandi y Ustárroz, 2017). Por un lado, la teoría de la compensación sugiere que los adultos mayores ante una tarea dedican más esfuerzo para compensar el deterioro de las funciones cerebrales (Grady, 2012; Grandi y Ustárroz, 2017). Vallesi et al. (2011) encontraron una mayor activación en áreas del córtex prefrontal dorsal y en regiones parietales en el grupo de adultos mayores en comparación con el grupo de adultos jóvenes cuando tenían que realizar tareas de inhibición de respuesta. Esta activación correlacionó con una mejor inhibición sólo en el grupo de adultos mayores. Davis et al. (2011) también encontraron sólo en el grupo de adultos mayores una mayor activación en el córtex prefrontal que correlacionó con un mejor rendimiento en una tarea de atención visual. Ambos resultados sugieren la puesta en marcha de estrategias compensatorias para paliar el deterioro en las funciones cerebrales y poder así llevar a cabo la tarea. Por otro lado, la teoría de la desdiferenciación sugiere que con el paso de

los años el cerebro de un adulto mayor va perdiendo especialización funcional (Grandi y Ustárroz, 2017). Algunos estudios encuentran correlaciones entre diferentes medidas cognitivas lo que supone una generalización del funcionamiento cerebral (Baltes y Lindenberger, 1997). Dennis y Cabeza (2011) encontraron en una tarea de aprendizaje explícito e implícito en el grupo de adultos jóvenes la activación de diferentes regiones cerebrales en función del tipo de aprendizaje. Así en el aprendizaje explícito estaba implicado el hipocampo y en el aprendizaje implícito estaban implicados los ganglios basales. Por el contrario, en el grupo de adultos mayores se activaron las mismas regiones en ambos tipos de aprendizaje. Reuter-Lorenz y Park (2010) proponen una visión integradora en la que tanto los cambios a nivel cerebral que se producen en el envejecimiento (descenso de la materia blanca, atrofia, etc.) como las alteraciones funcionales (pérdida de especialización cerebral, disminución de la activación de las estructuras del lóbulo temporal medial, etc.) se intentan paliar de forma adaptativa con la creación de circuitos neuronales alternativos. Este proceso que los autores denominan “*proceso de andamiaje*” está representado por patrones de sobreactivación, principalmente en la corteza frontal, pero puede incluir áreas de regiones parietales, mediotemporales y occipitales. Además, experiencias como el entrenamiento cognitivo, tener una buena salud cardiovascular, así como los nuevos aprendizajes pueden contribuir a la habilidad para construir nuevos andamios que permitan mantener un nivel alto de funcionamiento cognitivo.

Hay dos principales teorías con relación a los efectos del envejecimiento sobre el olvido dirigido. La primera teoría sostiene que como consecuencia del envejecimiento se produce un deterioro de los procesos inhibitorios (Hasher y Zacks, 1988; Zacks et al., 1996; Fawcett y Taylor, 2008). La segunda teoría propone que con el envejecimiento se produce un deterioro de la memoria episódica (Gamboz y Russo, 2002; Collette et al.,

2014). Zacks et al. (1996) llevaron a cabo un estudio con adultos jóvenes y adultos mayores mediante el paradigma del olvido dirigido. Encontraron un menor efecto del olvido en el grupo de adultos mayores que en el grupo de adultos jóvenes. Estos autores explicaron sus resultados aludiendo a una menor eficacia de los mecanismos inhibitorios en el grupo de mayor edad lo que mermaría su capacidad para inhibir atencionalmente los ítems de la categoría de olvidar. Rizio y Dennis (2014) llevaron a cabo un estudio con RMf para evaluar los efectos del envejecimiento sobre el olvido dirigido. Encontraron que la codificación diferencial estaba relativamente preservada en el envejecimiento, pero, encontraron diferencias notables en el reclutamiento de las regiones cerebrales asociadas al olvido intencional. Los adultos mayores mostraron una menor activación del córtex prefrontal superior derecho que está asociado al procesamiento inhibitorio y mostraron una mayor activación del lóbulo inferior parietal derecho asociado con el olvido exitoso. Esta activación correlacionó negativamente con la activación del lóbulo temporal medial lo que sugiere un sesgo en la forma de inhibición de los adultos mayores en comparación con los adultos jóvenes.

Otras teorías (Gamboz y Russo, 2002; Seigo et al., 2006; Collette et al., 2014) sugieren que el menor efecto del olvido encontrado en los adultos mayores no se debe a la menor eficacia de los mecanismos inhibitorios sino a un declive en la memoria episódica. Seigo et al. (2006) encontraron un menor efecto del olvido en el grupo de adultos mayores debido al menor recuerdo de los ítems de la categoría de recordar (experimento 1A). El recuerdo de los ítems de la categoría de olvidar fue similar al grupo de adultos jóvenes, por lo que estos autores consideraron que las diferencias entre ambos grupos no podían deberse a una menor eficacia de los mecanismos inhibitorios. El menor rendimiento global del grupo de adultos mayores y las diferencias en el recuerdo entre los ítems de la categoría de recordar entre ambos grupos hace pensar a

estos experimentadores que el menor efecto del olvido es debido al declive de la memoria episódica y no a un mal funcionamiento de los mecanismos inhibitorios. Este resultado ha sido encontrado en otros estudios (Gamboz y Russo, 2002).

Collette et al. (2014) sugieren que el menor efecto del olvido encontrado en los adultos mayores se debe al menor recuerdo de los ítems de recordar y esto es debido a que los adultos mayores no han formado huellas de memoria lo suficientemente fuertes. Collette et al. (2014) en su investigación modificaron las condiciones de la fase de estudio. Había una condición en la que al participante se le presentaba en la pantalla la palabra durante 5 segundos (codificación estándar) y había otra condición en la que al participante se le presentaba en la pantalla la palabra durante 9 segundos (codificación fuerte). Estas variaciones en el procedimiento se llevaron a cabo para estudiar cómo afectaría un mayor tiempo para la codificación del ítem en el efecto del olvido. Si el menor efecto del olvido encontrado en los adultos mayores se debe a que los adultos mayores tienen huellas de memoria más débiles, entonces aumentando el tiempo de codificación podrían formar huellas de memoria más fuertes y se reduciría por tanto la diferencia en el efecto del olvido entre adultos jóvenes y adultos mayores. Estos autores encontraron que en la condición de codificación normal había un menor efecto del olvido en el grupo de adultos mayores debido al menor recuerdo de los ítems de recordar. Por el contrario, en la condición de mayor tiempo de codificación no hubo diferencias entre el grupo de adultos jóvenes y adultos mayores. Estos autores sugieren, por tanto, que el menor efecto del olvido encontrado en el grupo de adultos mayores se debe a la menor capacidad que tienen para producir fuertes huellas de memoria y no a una menor eficacia de los mecanismos inhibitorios.

No parece claro por qué se produce un menor efecto del olvido en adultos mayores. Titz y Verhaeghen (2010) llevaron a cabo un metaanálisis y encontraron un

menor efecto del olvido tanto en el método del ítem como en el método de la lista. En el método del ítem este menor efecto del olvido puede ser debido a una menor eficacia de los mecanismos inhibitorios, aunque la diferencia en el efecto del olvido respecto al grupo de adultos jóvenes no quedaría explicada aludiendo únicamente a los mecanismos inhibitorios.

1.3. Envejecimiento, olvido dirigido y contenido emocional

Con el envejecimiento se produce un declive tanto a nivel físico como cognitivo. Como se comentó con anterioridad, los estudios ponen de manifiesto que se produce una disminución en la velocidad de procesamiento (Salthouse 1996), un declive en los procesos inhibitorios (Zacks et al., 1996), en la memoria episódica (Gamboz y Russo, 2002; Segó et al., 2006) pero también hay cambios en el procesamiento emocional. Las teorías del envejecimiento sugieren que con el paso de los años se tiende a centrar más la atención en la información positiva y evitar o ignorar la información negativa. Este efecto se conoce como *sesgo positivo* (Charles et al., 2003; Reed y Carstensen, 2012).

Charles et al. (2003) llevaron a cabo un estudio en el que participaron tres grupos: 48 adultos jóvenes, 48 adultos de mediana edad y 48 adultos mayores. Los participantes tenían que visualizar imágenes negativas, neutras y positivas extraídas del IAPS (International Affective Picture System). Posteriormente, una vez transcurridos 15 minutos, se les pedía a los participantes que hicieran una descripción de todas las imágenes que recordaban. Los resultados mostraron que en los adultos jóvenes no había diferencias significativas entre el recuerdo de imágenes negativas y positivas, si bien este recuerdo era mayor que el recuerdo de imágenes neutras. En los adultos de mediana edad hubo diferencias entre el recuerdo de imágenes negativas y positivas, y del mismo modo este recuerdo fue superior al de neutras. Sin embargo, fue en el grupo de mayor

edad dónde más diferencias se encontraron. Los adultos mayores recordaron más imágenes positivas que negativas y, a su vez, que neutras. Estos autores explicaron sus resultados aludiendo a la teoría de Selectividad Socioemocional de Carstensen (1995). Esta teoría sostiene que las metas se establecen en contextos temporales, en función de nuestra percepción del tiempo. Cuando percibimos el tiempo como extenso, como es propio en la juventud, nos fijamos metas expansivas como la adquisición de conocimientos, el establecimiento de contactos o la búsqueda de una estabilidad laboral. En esta edad también corremos riesgos, exploramos. Por el contrario, cuando percibimos límites en el tiempo, como pasa con el envejecimiento o en aquellas personas que sufren algún tipo de enfermedad terminal, las cosas banales pierden importancia, valoramos más la vida y nos fijamos metas emocionales, dirigiendo la atención hacia los aspectos emocionalmente significativos de la vida.

Teniendo en cuenta que con el envejecimiento parece producirse un cambio motivacional, una tendencia a centrar la atención hacia la información positiva o a evitar la información negativa, ¿cómo afectaría el envejecimiento al olvido intencional de información con contenido emocional? No hay muchas investigaciones que hayan hecho hincapié en esta cuestión. Gallant y Yang (2014) realizaron un estudio utilizando palabras positivas, negativas y neutras. Encontraron un menor efecto del olvido general en el grupo de adultos mayores que en el grupo de adultos jóvenes. Sin embargo, el efecto del olvido no estuvo modulado por el contenido emocional. Resultados similares fueron encontrados por Berger et al. (2018), y Gallant et al. (2018). No obstante, debido a la escasa investigación llevada a cabo hasta el momento no hay resultados suficientes para concluir cómo afectan los cambios motivacionales durante el envejecimiento al olvido dirigido.

1.4. Correlatos electrofisiológicos (PE) subyacentes al olvido dirigido

La metodología de potenciales evocados (PE) permite estudiar de forma no invasiva la actividad neuronal subyacente a los procesos cognitivos a través de las fluctuaciones en la actividad eléctrica. Esta técnica aporta información complementaria a los resultados conductuales, siendo muy eficaz en aquellos casos en los que los sujetos no pueden emitir una respuesta conductual (como por ejemplo personas en estado vegetativo). Se trata de una técnica ampliamente utilizada para estudiar procesos cognitivos como la atención (Luck et al., 2000), lenguaje (Kutas y Hillyard, 1980; Nobre, Allison y McCarthy, 1994; Kutas et al., 2006), la memoria (Donchin, 1981; Wilding y Ranganath, 2012) etc. Su alta resolución temporal permite conocer con gran precisión en qué momento se producen estos procesos y su evolución. Además, la gran cantidad de datos que aporta hace posible estudiar en mayor profundidad los procesos psicológicos subyacentes.

La técnica de los PE se ha utilizado en el estudio del olvido dirigido en la fase de estudio para analizar los correlatos electrofisiológicos subyacentes al estímulo, así como al procesamiento de las instrucciones de memoria recordar vs olvidar (Paller, 1990; Paz-Caballero y Menor, 1999). También se ha utilizado en la fase de prueba. En el presente trabajo nos centraremos en los resultados obtenidos en la fase de estudio.

1.4.1. Correlatos electrofisiológicos del estímulo

Cuando se analiza la actividad electrofisiológica asociada a la presentación del estímulo diferentes estudios ponen de manifiesto un potencial positivo a partir de los 500 ms. (Ritter y Ruchkin, 1992). Este potencial se conoce como potencial positivo tardío (PPT). Cuando se compara el P.E. entre estímulos negativos y neutros, diferentes

estudios ponen de manifiesto una mayor positividad asociada al estímulo negativo a partir de los 500 ms. pudiendo durar hasta los 800-900 ms. (Hauswald et al., 2010; Gallant y Dyson, 2016; Bailey et al., 2012; Patrick et al., 2015) Este efecto se relaciona con la atención preferente que se otorga a los estímulos negativos. Cuando se presentan imágenes la mayoría de los estudios encuentran el componente PTT en electrodos posteriores entre los 600-900 ms. (Hauswald et al., 2010; Yang et al., 2012). Sin embargo, cuando se utilizan palabras los resultados no son tan claros. Mientras que algunos estudios encuentran una mayor positividad asociada al estímulo negativo en áreas posteriores alrededor de los 500-600 ms. (Gallant y Dyson, 2016), otros encuentran una mayor positividad asociada al estímulo negativo entre los 300-500 ms. en áreas anteriores (Brandt et al., 2013). Ambos efectos han sido relacionados con el procesamiento preferente de los estímulos negativos (Gallant y Dyson, 2016; Brandt et al., 2013).

1.4.2. Correlatos electrofisiológicos subyacentes a las instrucciones de memoria

Se han encontrado diferentes componentes en el análisis de los correlatos electrofisiológicos subyacentes a las instrucciones de memoria (R, O) en la fase de estudio.

i) Instrucción de recordar

Diferentes estudios han encontrado una mayor positividad asociada a la instrucción de recordar entre los 300-500 ms en zonas posteriores (Paller, 1999; Paz-Caballero et al., 2004; Hauswald et al., 2010; Brandt et al., 2013; Patrick et al., 2015; Gallant y Dyson 2016; Bailey y Chapman, 2012). Este efecto ampliamente encontrado

se ha asociado al componente P3 y se ha relacionado con el repaso selectivo de los ítems de recordar. Brandt et al. (2013) en su estudio con palabras encontraron una mayor positividad asociada a la instrucción de recordar entre los 300-400 ms. en zonas posteriores. Gallant y Dyson (2016) por su parte, encontraron una mayor positividad asociada a la instrucción de recordar más prolongada en el tiempo (entre los 350-850 ms) en zonas posteriores. Cuando se utilizan imágenes se han encontrado resultados similares. Hauswald et al. (2010) encontraron mayor positividad asociada a la instrucción de recordar entre los 400-500 ms. en zonas posteriores, mientras que Yang et al. (2012) encontraron mayor positividad asociada a R entre los 300-400 ms., también en zonas posteriores.

ii) *Instrucción de olvidar*

Cuando se analizan los correlatos electrofisiológicos asociados a la instrucción de olvidar se encuentran resultados menos concluyentes. Algunos estudios encuentran una mayor negatividad asociada a la instrucción de olvidar entre los 100-300 ms (N2) en zonas anteriores (Yang et al., 2012; Patrick et al., 2015), otros, sin embargo, encuentran una mayor positividad más tardía (entre los 350-850 ms.) asociada a la instrucción de olvidar también en zonas anteriores (Hauswald et al., 2010). Yang et al. (2012) en su estudio con imágenes encontraron que la instrucción de olvidar evocó mayor negatividad que la instrucción de recordar en zonas anteriores entre los 100-200 ms. Sin embargo, Hauswald et al. (2010) encontraron una mayor positividad asociada a la instrucción de olvidar entre los 500-800 ms en zonas anteriores. Esta variabilidad en los resultados se encuentra tanto con imágenes como con palabras. Patrick et al. (2015) en su estudio con palabras encontró también una menor positividad asociada a la instrucción de olvidar entre los 200-300 ms. en zonas anteriores. Sin embargo, Gallant y

Dyson (2016) encontraron una mayor positividad entre los 500-700 ms asociada a la instrucción de olvidar también en zonas anteriores. Ambos resultados, tanto la menor positividad más temprana evocada por la instrucción de olvidar como la mayor positividad más tardía, se relacionan con procesos inhibitorios desencadenados por la instrucción de olvidar. Sin embargo, estudios recientes sugieren que la mayor positividad tardía asociada a la instrucción de olvidar podría estar reflejando la recuperación del ítem original como una forma de asegurarse qué era lo que había que olvidar activamente en lugar de ser el reflejo de procesos inhibitorios (Schindler y Kissler, 2018).

Además de los efectos ya descritos se han observado otros hasta ahora menos citados en la literatura.

- *P1*

El componente P1 ha sido relacionado en la literatura con procesos atencionales, en concreto, ha sido interpretado como un índice de atención selectiva (Hillyard y Anllo-Vento, 1998). Estudios recientes sobre olvido dirigido encuentran una mayor positividad asociada a la instrucción de olvidar entre los 100-200 ms. en zonas posteriores. Xie et al. (2018) en su estudio con palabras encuentran que la instrucción de olvidar evocó una mayor positividad entre los 115-155 ms. en zonas posteriores. Estos autores relacionan esta positividad con el componente P1 de modo que podría estar reflejando una mayor atención temprana asociada a la instrucción de olvidar.

- *P2*

Al igual que el componente P1, el componente P2 también ha sido relacionado con procesos atencionales (Hillyard y Anllo-Vento, 1998). Schindler y Kissler (2018) en su estudio con imágenes encontraron que la instrucción de recordar elicó una mayor positividad que la instrucción de olvidar entre los 200-300 ms. en zonas anteriores. Esta

mayor positividad la relacionaron con el componente P2, por lo que podría estar reflejando un aumento de la atención dirigida a la instrucción de recordar.

1.4.3. Correlatos electrofisiológicos subyacentes al olvido dirigido de información con contenido emocional

Cuando se analiza la actividad eléctrica cerebral asociada al olvido intencional de estímulos con contenido emocional los resultados no son concluyentes (Hauswald, et al., 2010; Yang et al., 2012; Gallant y Dyson, 2016; Patrick et al., 2015; Xie et al., 2018). Yang et al. (2012) en su estudio con imágenes neutras y negativas, encontraron una mayor negatividad asociada a la instrucción de olvidar imágenes negativas que imágenes neutras en zonas anteriores entre los 200-300 ms. Estos autores sugieren que olvidar información negativa es más costoso que olvidar información neutra. Sin embargo, Hauswald et al. (2010) en su estudio con imágenes no encontraron diferencias en la actividad eléctrica cerebral asociada a la instrucción de olvidar información negativa respecto a la instrucción de olvidar información neutra. Cuando se utilizan palabras los resultados tampoco son concluyentes. Xie et al. (2018) utilizaron palabras neutras y negativas en sujetos depresivos y no depresivos. Estos autores encontraron una mayor negatividad asociada a la instrucción de olvidar palabras negativas que palabras neutras en el grupo de depresivos. Sin embargo, Gallant y Dyson (2016) no encontraron diferencias en los PE asociados a la instrucción de olvidar asociada a palabras neutras y negativas.

1.4.4. Efectos del envejecimiento sobre los correlatos electrofisiológicos subyacentes al olvido dirigido de información con contenido emocional

Hasta el momento, sólo ha habido un estudio que ha analizado los correlatos electrofisiológicos subyacentes al olvido intencional de estímulos con contenido emocional en adultos mayores. Este estudio ha sido realizado por Gallant et al. (2018). Estos autores utilizaron palabras negativas, positivas y neutras mediante el método del ítem con adultos jóvenes y adultos mayores. Encontraron una mayor positividad asociada a la instrucción de recordar entre los 350-550 ms. en zonas posteriores en ambos grupos. Asimismo, la instrucción de olvidar elicó mayor positividad que la instrucción de recordar en zonas anteriores entre los 600-800 ms. tanto en adultos jóvenes como en adultos mayores. Sin embargo, mientras que en el grupo de adultos jóvenes la instrucción de olvidar provocó mayor positividad que la instrucción de recordar en zonas frontales entre los 150-250 ms este efecto no tuvo lugar en el grupo de adultos mayores. Asimismo, entre los 350-550 ms., en el grupo de adultos jóvenes la instrucción de olvidar provocó mayor positividad que la instrucción de recordar mientras que en el grupo de adultos mayores fue la instrucción de recordar la que elicó esa positividad en zonas frontales. Además, encontraron una correlación entre la positividad frontal asociada a la instrucción de recordar y el reconocimiento de los estímulos de la categoría de recordar sólo en el grupo de adultos mayores. Los autores concluyen que la diferencia en los resultados podría implicar que los adultos mayores aumentan la activación en zonas frontales como estrategia compensatoria para así facilitar la memoria de los estímulos de la categoría de recordar. Estos resultados apoyan la noción de mecanismos compensatorios cerebrales en los adultos mayores. Sin embargo, ninguno de los efectos anteriores estuvo modulado por la emoción.

1.5. Objetivos experimentales

No parece claro si olvidar información con contenido emocional es más difícil que olvidar información neutra. Como hemos explicado con anterioridad no hay resultados concluyentes. Mientras algunos estudios encuentran un menor efecto del olvido para los estímulos negativos respecto a los neutros (Hauswald, et al., 2010), otros encuentran efecto del olvido en ambas categorías (Yang et al., 2012). Asimismo, tampoco está claro cómo afecta el envejecimiento a estos procesos. Con el paso de los años parece producirse un cambio motivacional hacia los aspectos emocionalmente significativos de la vida. Se habla de *sesgo positivo* para referirse a la tendencia a centrar la atención en la información positiva y/o evitar la información negativa (Charles et al., 2003; Reed y Carstensen, 2012). Sin embargo, no hay muchos estudios que hayan investigado cómo afecta el envejecimiento al olvido intencional de información con contenido emocional. Es por este motivo, que el objetivo general del presente trabajo es *estudiar cómo afecta el envejecimiento a la capacidad para olvidar intencionadamente diferentes materiales con contenido emocional negativo, así como explorar los correlatos electrofisiológicos subyacentes*. Para llevar a cabo este objetivo se desarrollarán tres experimentos: el primer experimento se llevará a cabo con imágenes para estudiar el efecto del olvido en adultos jóvenes y adultos mayores. El segundo experimento se llevará a cabo también con imágenes, pero se introducirá una prueba de detección visual tras la presentación de la instrucción de memoria con el fin de estudiar el esfuerzo que conlleva recordar y olvidar las imágenes neutras y negativas. El tercer experimento se llevará a cabo con palabras con el objetivo de estudiar las diferencias en el olvido dirigido entre imágenes y palabras.



DESARROLLO EXPERIMENTAL



2. DESARROLLO EXPERIMENTAL

2.1. Experimento 1: Olvido dirigido de imágenes con contenido emocional

Como se comentó con anterioridad no están claras las razones por las que se encuentran resultados heterogéneos. Hay estudios que encuentran un menor efecto del olvido en imágenes negativas (Hauswald et al., 2010) mientras que otros encuentran el mismo efecto del olvido en imágenes neutras que negativas (Yang et al., 2012). Asimismo, hay teorías que sostienen diferencias en el procesamiento emocional entre adultos jóvenes y adultos mayores (Charles et al., 2003). Mientras que en los adultos jóvenes la literatura habla de *sesgo negativo* para referirse a la tendencia a centrar la atención en la información negativa como mecanismo adaptativo, desde las teorías del envejecimiento se habla de *sesgo positivo* para referirse a la tendencia por parte de los adultos mayores a centrar su atención en la información positiva o prestar menos atención a la información negativa. Por todo ello. los objetivos e hipótesis del primer experimento son:

- i) Estudiar cómo afecta el contenido emocional de las imágenes sobre las instrucciones de memoria tanto conductual como electrofisiológicamente.
- ii) Estudiar si hay diferencias en el olvido dirigido entre adultos jóvenes y adultos mayores tanto a nivel conductual como electrofisiológico.

Dadas las diferencias en el procesamiento emocional que se producen con el envejecimiento esperamos encontrar diferencias en el efecto del olvido entre adultos jóvenes y adultos mayores. En este sentido, en el grupo de adultos mayores debido al sesgo de positividad esperamos encontrar un efecto del olvido similar tanto en imágenes neutras como en negativas debido a que este grupo tendría tendencia a prestar menos

atención a los estímulos negativos. Sin embargo, en el grupo de adultos jóvenes esperamos encontrar un menor efecto del olvido en imágenes negativas debido a la tendencia a priorizar el procesamiento de los estímulos negativos.

Respecto a los correlatos electrofisiológicos, en el análisis de la imagen en consonancia con resultados anteriores (Hauswald et al., 2010; Yang et al., 2012) esperamos encontrar una mayor positividad asociada a las imágenes negativas en zonas posteriores (componente PPT) en el grupo de adultos jóvenes. En el grupo de adultos mayores, sin embargo, debido al sesgo de positividad, esperamos encontrar menos diferencias asociadas al componente PPT entre ambos tipos de imágenes. Respecto al procesamiento de la instrucción de memoria, esperamos encontrar una mayor positividad asociada a la instrucción de recordar entre los 200-300 ms. en zonas anteriores (componente P2) y en zonas posteriores entre los 300-500 ms. (componente P3) tanto en el grupo de adultos jóvenes como en el de adultos mayores. En consonancia con otros estudios no esperamos encontrar una interacción Instrucción x Emoción (Hauswald et al., 2010). Con relación a la instrucción de olvidar, tal y como describe la literatura podríamos encontrar dos efectos, ambos relacionados con los mecanismos inhibitorios. Podríamos encontrar una mayor negatividad asociada a la instrucción de olvidar entre los 200-300 ms. y/o una mayor positividad asociada a la instrucción de olvidar en zonas anteriores a partir de los 500 ms. Estos efectos esperamos encontrarlos en el grupo de adultos jóvenes mientras que en el grupo de adultos mayores debido al déficit en los mecanismos inhibitorios esperamos que las diferencias sean de menor magnitud. Además, es posible que estos efectos se vean modulados por el contenido emocional. A este respecto esperamos encontrar una interacción Instrucción x Emoción en el grupo de adultos jóvenes, mientras que en el

grupo de adultos mayores no esperamos encontrar diferencias dado que prestan menos atención a la información negativa.

2.1.1. Método

2.1.1.1. Participantes

En el estudio participaron 28 adultos jóvenes (73% mujeres, 27% hombres) y 24 adultos mayores (66% mujeres y 34% hombres). Sin embargo, se descartaron aquellos participantes que tuvieron un exceso de artefactos en su registro lo que dificultaba encontrar un número mínimo de ensayos válido para el análisis de potenciales. Finalmente, se tuvieron en cuenta los datos de 20 adultos jóvenes (80% mujeres, 20% hombres) y 18 adultos mayores (60% mujeres y 40% hombres), Los adultos jóvenes eran estudiantes de la Universidad de Oviedo y tenían entre 18 y 30 años ($M= 22,15$ $DT= 2,68$). Los adultos mayores procedían del programa para adultos mayores de la Universidad de Oviedo, PUMUO, y tenían entre 60-80 años ($M= 62,44$; $DT= 7,52$).

Todos los participantes presentaban una correcta visión y no presentaban problemas de salud importantes. A los adultos mayores se les realizó una evaluación cognitiva con dos objetivos: por un lado, descartar la presencia de deterioro cognitivo y, por otro lado, para poner en relación su funcionamiento cognitivo con el rendimiento en la prueba de olvido dirigido. En la tabla 1 aparecen los resultados obtenidos en dicha evaluación. Se utilizaron las siguientes pruebas: a) la escala Minimental (MMSE) para evaluar la presencia de deterioro cognitivo (Folstein et al., 1975; Adaptación española Lobo et al., 1999); b) la escala GDS para evaluar la presencia de síntomas depresivos (Yesavage, 1988); c) de la escala de inteligencia de Weschler se utilizó la prueba de vocabulario, clave de números y símbolos, así como dígitos (Wechsler, 2012). La

prueba de vocabulario se utilizó para medir el conocimiento, la prueba de clave de números y de símbolos para medir la velocidad de procesamiento, la prueba de dígitos (directo, inverso) para medir la memoria de trabajo; d) de la escala de memoria de Wechsler se utilizó la prueba de la lista de palabras y el recuerdo demorado para evaluar la memoria episódica así como la prueba de letras y números para evaluar la memoria de trabajo (Wechsler, 2013); e) por último, se utilizó la prueba de Stroop para evaluar la flexibilidad cognitiva (Golden, 2001). Hubo diferencias entre adultos jóvenes y adultos mayores en años de educación. Los adultos jóvenes ($M=15,3$; $DT=0,3$) tenían más años de educación que los adultos mayores ($M=11,9$; $DT=3,7$), $t= 3,8$; $p=0,001$.

	M	DT	RANGO
MMSE	29,6	0,7	27-30
GDS	4,6	4,1	0-9
VOCABULARIO	47,2	5,7	38-57
LISTA DE PALABRAS	30,6	5,0	20-43
CLAVE NÚMEROS	61,1	9,4	47-78
SÍMBOLOS	30,9	5,8	18-40
RECUERDO DEMORADO	7,4	1,8	4-11
ÍNDICE DE INTERFERENCIA STROOP	-0,72	5,2	(-10,3) - 8,5
LETRAS Y NÚMEROS	10,8	2,5	7-18
DÍGITOS DIRECTO	8,7	2,1	5-13
DÍGITOS INVERSO	6,5	1,5	4-9
DÍGITOS TOTAL	15,2	3,2	9-22

Tabla 1. Medias (M), desviaciones típicas (DT) y rango en puntuaciones directas de la evaluación cognitiva realizada a los adultos mayores.

2.1.1.2. Diseño y materiales

Se utilizó un diseño intrasujeto de 2 (Instrucción: recordar vs olvidar) x 2 (emoción: neutro vs negativo), y como variable intersujeto el grupo (adultos jóvenes, adultos mayores). Se utilizaron 240 imágenes (120 neutras y 120 negativas) de la

adaptación española del International Affective Picture System -IAPS- (Moltó et al., 1999). Las imágenes pertenecían a diferentes categorías. Por un lado, las imágenes neutras eran objetos inanimados, figuras geométricas abstractas, caras, escenas, paisajes, animales, comida, etc. Por otro lado, las imágenes negativas eran accidentes de tráfico, aéreos y marítimos, comida en mal estado, animales muertos, atentados, mutilaciones, personas en el hospital, adicciones, niños enfermos y desnutridos, caras tristes, etc. La media de valencia para las imágenes neutras fue 5,47 (DT= 1,42) y la media de arousal fue 3,6 (DT= 2,09). La media de valencia para las imágenes negativas fue 2,13 (DT= 1,38) y la media de arousal fue 6,9 (DT= 2,0). Ambas categorías fueron significativamente distintas en valencia ($t = -43.7$, $p < 0.001$) y en arousal ($t = 38.8$, $p < 0.001$). Las imágenes negativas y neutras no se igualaron en la dimensión de arousal porque éste está intrínsecamente ligado a la emoción y al igualar los estímulos neutros y negativos en esa dimensión la selección de los estímulos puede resultar demasiado artificiosa (Hauswald et al., 2010; Bailey y Chapman, 2012; Lee y Hsu, 2013; Brandt et al., 2013; Gallant y Dyson, 2016). Las imágenes se dividieron en dos grupos A y B. Cada grupo estaba compuesto por 60 imágenes neutras y 60 imágenes negativas. Tanto el grupo A como el grupo B se utilizaron en la fase de estudio y como distractores en la fase de prueba. La asignación de la instrucción de memoria (R vs O) a cada imagen fue contrabalanceada. Tanto el grupo A como el grupo B se utilizaron tanto en la fase de estudio como en la fase de prueba y se asignaron aleatoriamente a los participantes.

2.1.1.3. Procedimiento

El participante fue sentado frente a un ordenador en una habitación tranquila y fue evaluado de forma individual.

El experimento estuvo compuesto por dos fases: la fase de estudio y la fase de prueba. La fase de estudio estuvo formada por 120 imágenes; la mitad fue seguida por la instrucción de recordar (R) y la otra mitad, por la instrucción de olvidar (O). Cada ensayo comenzaba con la posibilidad de parpadear (^ - ^) durante 1000 ms. Si los participantes necesitaran parpadear, podrían hacerlo en este momento. A continuación, se presentaba la imagen durante 2000 ms. Posteriormente aparecía la instrucción de memoria (RRR u OOO) durante 1000 ms. Se les pidió a los participantes que memorizaran las imágenes seguidas de la instrucción de recordar (RRR) y que olvidaran las imágenes seguidas de la instrucción de olvidar (OOO). Los ensayos fueron pseudoaleatorios con la restricción de no más de tres ensayos consecutivos con el mismo tipo de instrucción. El estudio comenzó con cinco ensayos de prueba para confirmar que el participante había entendido la tarea experimental. Una vez que las pruebas se realizaron correctamente, comenzó la tarea. Las imágenes se presentaron en tres bloques de 40. Hubo una pequeña pausa de 10 segundos entre cada bloque. Después de la fase de estudio, los participantes realizaron una tarea de distracción durante 5 minutos en la que tenían que contar hacia atrás de 3 en 3 desde cien, hacia delante de 4 en 4 y así sucesivamente hasta completar el tiempo establecido.

En la fase de prueba se presentaron 240 imágenes, de las cuales 120 se habían presentado anteriormente en la fase de estudio y otras 120 eran nuevas. Los participantes debían emitir un juicio de viejo/nuevo. En un primer momento aparecía el símbolo ^-^ durante 1000 ms. Luego aparecía la imagen durante 500 ms. y a

continuación una pantalla en negro durante 2000 ms. Los participantes debían pulsar la tecla M si creían que la imagen se había presentado previamente, con independencia de que fuese de olvidar o de recordar, o la tecla Z si creían que era nueva. Cada 40 ensayos había un descanso de 10 segundos y para continuar debían presionar la barra espaciadora. Se les indicó que respondieran de la manera más rápida y precisa posible (ver figura 1).

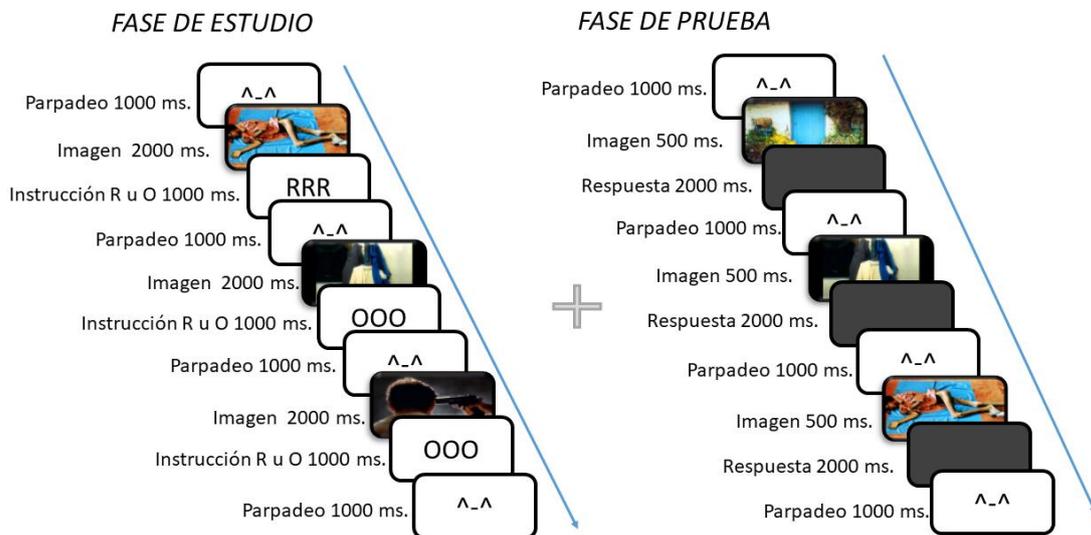


Figura 1. Esquema del procedimiento. A la derecha diferentes ensayos de la fase de estudio, a la izquierda diferentes ensayos de la fase de prueba.

2.1.1.4. Registro

La actividad cerebral se registró mediante un gorro elástico de 37 canales. Se registraron los movimientos oculares con un electrodo horizontal y otro vertical. La actividad electro-ocular vertical (EOG) se registró mediante un electrodo situado debajo del ojo izquierdo. La actividad electro-ocular horizontal se registró mediante un electrodo situado en la parte lateral del ojo derecho. Se utilizaron electrodos de

referencia adicionales en el lóbulo de las orejas. La impedancia se mantuvo por debajo de 5K Ω .

Las señales EEG y EOG se amplificaron con un polígrafo Medecid Neuronic de 39 canales y se utilizó un filtrado entre 0,5 y 30 Hz. Se utilizó un filtro adicional de 50 Hz. La señal EEG y EOG fue digitalizada a 200 Hz por canal y almacenada en un ordenador HP Compaq dc 5800 (Intel $\text{\textcircled{R}}$ Core TM 2 Duo CPU, 3.00 GHz). Los datos fueron segmentados en fragmentos desde 100 ms. antes de la presentación del estímulo hasta 1000 ms. después de la presentación del estímulo. Los ensayos que excedían los 80 μv fueron rechazados mediante un programa de detección de artefactos. Los ensayos con artefactos EOG, parpadeos y movimientos oculares o excesiva actividad muscular fueron excluidos de los posteriores análisis.

2.1.1.5. Análisis de datos

i) Datos conductuales

En la prueba de reconocimiento los aciertos, las falsas alarmas y los TRs se analizaron mediante un ANOVA de medidas repetidas con factores intrasujeto la emoción (negativa, neutra) y la instrucción (R, O) y como factor intersujeto el grupo (adultos jóvenes, adultos mayores).

ii) Datos electrofisiológicos

De los 37 electrodos que componen el montaje inicial (ver figura 2) se seleccionaron dos grupos de electrodos obteniéndose posteriormente las amplitudes medias en ambos grupos: un grupo situado en la zona anterior (F1/2, F5/6, F7/8, Fz), y otro grupo situado en la parte posterior (P1/2, P5/6, P7/8, Pz). Se realizó esta selección

de electrodos para comparar los resultados con los obtenidos en otros estudios en los que se utilizaron electrodos ubicados en localizaciones similares (véase Yang et al., 2012; Gallant y Dyson, 2016). Se calcularon las amplitudes medias en función de la caudalidad y de la lateralidad: anterior izquierdo (F7, F5), anterior medial (F1/2, Fz), anterior derecho (F8, F6), posterior izquierdo (P7, P5), posterior medial (P1/2, Pz) y posterior derecho (P8, P6).

También se calcularon las correlaciones de Pearson entre las amplitudes medias de los P.E. asociados a la presentación del estímulo y a la presentación de la instrucción de memoria y el reconocimiento posterior de los estímulos para analizar su significado funcional.

Los datos estadísticos se ajustaron con la corrección de Greenhouse-Geisser cuando fue necesario. Además, se utilizó el método de corrección Bonferroni cuando se realizaron comparaciones múltiples. Tanto para el análisis de los datos conductuales como electrofisiológicos se utilizó IBM SPSS 24.

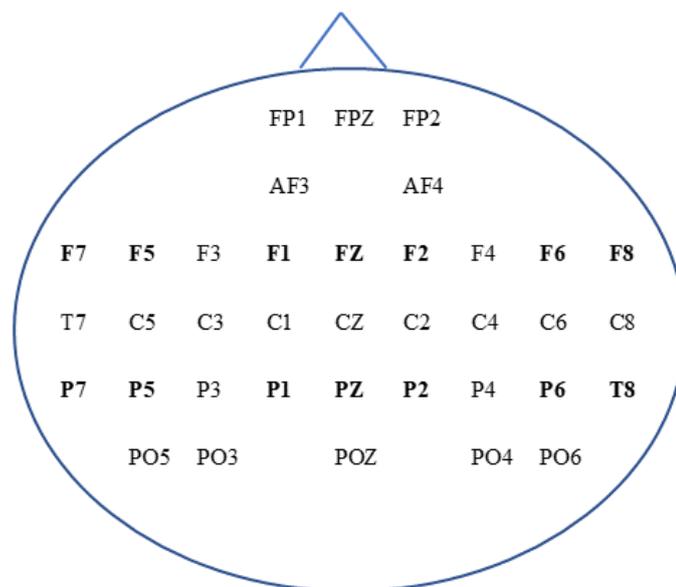


Figura 2. Montaje total de 37 electrodos. En negrita los electrodos utilizados en los análisis.

- *Presentación de la imagen*

Tras la inspección visual de los P.E. y teniendo en cuenta estudios previos (Hauswald et al., 2011; Yang et al., 2012) se seleccionaron para los análisis las ventanas temporales de 100-300, 300-500 y 500-900 ms. Los datos electrofisiológicos se analizaron mediante un ANOVA de medidas repetidas con factores intrasujeto: emoción (negativo, neutro), lateralidad (izquierdo, medial, derecho) y caudalidad (anterior, posterior). Como factor intersujeto se incluyó el grupo (adultos jóvenes, adultos mayores). La media de ensayos válidos para las imágenes neutras y negativas fue 45,2 (DT= 5,8; rango 32-60) y 44,9 (DT= 6,1; rango 34-60) respectivamente. No se encontraron diferencias significativas en la media de ensayos válidos a través de las condiciones.

- *Presentación de la instrucción*

Tras la inspección visual de los P.E. y teniendo en cuenta estudios previos (Hauswald et al., 2010; Yang et al., 2012) se escogieron seis segmentos temporales: 100-200, 200-300, 300-400, 400-500, 500-700 y 700-900 ms.

Los datos electrofisiológicos se analizaron mediante un ANOVA de medidas repetidas con factores intrasujeto: emoción (negativo, neutro), instrucción (R u O), lateralidad (izquierdo, medial, derecho) y caudalidad (anterior, posterior). Como factor intersujeto se incluyó el grupo (adultos jóvenes, adultos mayores). La media de ensayos válidos para las imágenes negativas de la categoría de olvidar y de la categoría de recordar fue 21,1 (DT= 4,8; rango 15-30) y 21,02 (DT= 5,05; rango 15-30)

respectivamente. La media de ensayos válidos para las imágenes neutras de la categoría de olvidar y de la categoría de recordar 21,6 (DT= 4,7; rango 15-30) y 21,2 (DT= 4,8; rango 15-30) respectivamente. No se encontraron diferencias significativas en la media de ensayos válidos a través de las condiciones.

2.1.2. Resultados

2.1.2.1. Conductuales

Los resultados obtenidos en la prueba de reconocimiento se muestran en la tabla 2. Los aciertos de las imágenes de la categoría de recordar y de la categoría de olvidar se introdujeron en un ANOVA mixto 2 (emoción: neutro, negativo) x 2 (instrucción: R, O) y como factor intersujeto se introdujo el grupo (adultos jóvenes, adultos mayores). Los resultados revelaron un efecto principal de la instrucción [$F(1,36)= 10,09$; $p=0,003$; $\eta^2_p = 0,22$], indicando que hubo más aciertos para las imágenes de la categoría de recordar que para las imágenes de la categoría de olvidar. No hubo efectos de la emoción ni del grupo, ni tampoco interacciones significativas.

Con respecto al rendimiento global en la prueba de reconocimiento, se tuvieron en cuenta las imágenes viejas (imágenes de la categoría de recordar e imágenes de la categoría de olvidar) y las imágenes nuevas. En primer lugar, se analizaron las falsas alarmas. Un ANOVA mixto 2 (emoción: neutro, negativo) x 2 (grupo: adultos jóvenes y adultos mayores) reveló un efecto principal de la emoción [$F(1,36)= 36,6$; $p\leq 0,001$; $\eta^2_p = 0,5$]. Se observaron más falsas alarmas para imágenes negativas que para imágenes neutras. Asimismo, se encontró una interacción emoción x grupo [$F(1,36)= 3,9$; $p=0,05$; $\eta^2_p = 0,1$]. Análisis de efectos simples reflejaron que tanto adultos jóvenes ($p=0,005$) como adultos mayores ($p\leq 0,001$) cometieron más falsas alarmas ante imágenes

negativas que neutras. Además, los adultos mayores cometieron más falsas alarmas ante imágenes negativas que los adultos jóvenes ($p=0,01$) y, ante imágenes neutras, aunque este efecto fue marginal ($p=0,07$). En relación con el factor grupo, los adultos mayores cometieron más falsas alarmas que los adultos jóvenes [$F(1,36)= 6,8$; $p=0,013$; $\eta^2_p = 0,16$]. Para tener una medida general de la sensibilidad en el reconocimiento y del sesgo de respuesta, se calcularon los valores de A' (Snodgrass, Levy-Berger y Haydon, 1985) y B''_D (Donaldson, 1992) para cada categoría de emoción. Se utilizaron estos parámetros dado que los sujetos tienen tasas de aciertos o de falsas alarmas cercanas a 1 ó 0. La sensibilidad en el reconocimiento (A') se analizó mediante un ANOVA mixto 2 (emoción: neutro, negativo) x 2 (grupo: adultos jóvenes y adultos mayores). Se obtuvo un efecto principal de la emoción [$F(1,36)= 24,2$; $p\leq 0,001$; $\eta^2_p = 0,4$]. Los análisis reflejaron una mayor discriminación para imágenes neutras ($M= 0,92$; $DT=0,01$) que para negativas ($M= 0,89$; $DT=0,01$). También se obtuvo un efecto del grupo, los adultos jóvenes ($M= 0,93$; $DT=0,01$) tuvieron una mayor discriminación general que los adultos mayores ($M= 0,89$; $DT=0,03$) [$F(1,36)= 4,6$; $p=0,04$; $\eta^2_p = 0,11$]. El sesgo de respuesta (B''_D) se analizó mediante un ANOVA de medidas repetidas de 2 (emoción: neutro, negativo) x 2 (grupo: adultos jóvenes y adultos mayores). Se encontró un efecto principal de la emoción [$F(1,36)= 16,1$; $p\leq 0,001$; $\eta^2_p = 0,31$] donde el sesgo de respuesta fue más liberal para las imágenes negativas ($M= 0,09$; $DT= 0,08$) que para las neutras ($M= 0,43$; $DT= 0,06$). Por último, se encontró una interacción marginal emoción x grupo [$F(1,36)=3,2$; $p=0,08$; $\eta^2_p=0,08$]. Análisis de efectos simples mostraron diferencias significativas entre imágenes neutras ($M= 0,41$; $DT= 0,09$) y negativas ($M= -0,08$; $DT= 0,12$) en el grupo de adultos mayores ($p\leq 0,001$). Sin embargo, en el grupo de adultos jóvenes no se encontraron estas diferencias (imágenes neutras: $M= 0,45$; $DT= 0,09$; imágenes negativas: $M= 0,26$; $DT= 0,11$). Asimismo, también se encontraron

diferencias entre adultos jóvenes y adultos mayores ante imágenes negativas ($p=0,04$), siendo más liberal el grupo de adultos mayores. No se encontró efecto del grupo.

En relación con los TRs se llevó a cabo un ANOVA mixto con los TRs de las respuestas correctas. Se incluyó como variables intrasujeto la emoción (neutro, negativo) y la instrucción (R, O) y como factor intersujeto se introdujo el grupo (adultos jóvenes, adultos mayores). Los análisis reflejaron un efecto de la instrucción [$F(1,36)= 8,23$; $p=0,007$; $\eta^2_p = 0,19$], donde los TRs de las imágenes de la categoría de olvidar fueron mayores que los TRs de las imágenes de la categoría de recordar. Además hubo un efecto de la emoción [$F(1,36)= 8,23$; $p=0,007$; $\eta^2_p = 0,19$] donde los TRs de las imágenes negativas fueron mayores que los TRs de las imágenes neutras. No se encontraron más efectos ni interacciones significativas (ver tabla 2).

	<i>Adultos jóvenes</i>		<i>Adultos mayores</i>	
	Neutro	Negativo	Neutro	Negativo
RECONOCIMIENTO				
<i>Aciertos</i>				
Recordar	0,87 (0,12)	0,84 (0,08)	0,82 (0,11)	0,82 (0,13)
Olvidar	0,79 (0,11)	0,81 (0,13)	0,79 (0,14)	0,80 (0,17)
Falsas Alarmas	0,06 (0,03)	0,11 (0,1)	0,10 (0,09)	0,21 (0,12)
Viejas	0,83 (0,12)	0,82 (0,09)	0,80 (0,11)	0,81 (0,14)
<i>Tiempos de reacción</i>				
Recordar	843 (131)	874 (131)	874 (112)	911 (136)
Olvidar	863 (136)	895 (127)	882 (123)	923 (123)
Nuevas	884 (149)	940 (139)	932 (113)	1018 (110)

Tabla 2. Proporciones medias de las imágenes de recordar y olvidar reconocidas como viejas, así como las falsas alarmas. TRs medios para las respuestas correctas a imágenes de recordar y olvidar, así como a las imágenes nuevas en la prueba de reconocimiento. Nota: Desviaciones típicas entre paréntesis.

2.1.2.2. Electrofisiológicos

i) *Análisis del estímulo*

En la figura 3 aparecen los GP asociados a las imágenes negativas y neutras. Además, en la figura 4 aparecen los mapas de las diferencias entre las imágenes negativas y neutras.

En el periodo 100-300 ms. se encontró una interacción marginal Emoción x Caudalidad [F(1,36)=3,65; p=0,06; $\eta^2_p = 0,09$] donde las imágenes negativas elicitaron una mayor positividad que las imágenes neutras en electrodos posteriores (p=0,021).

A continuación, en el periodo 300-500 ms. se encontró un efecto principal de la Emoción [F(1,36)=9,39; p=0,004; $\eta^2_p = 0,21$] que se prolongó hasta los 900 ms [F(1,36)=9,03; p=0,005; $\eta^2_p = 0,2$], donde las imágenes negativas evocaron una mayor positividad que las imágenes neutras. Asimismo, se encontró una interacción Emoción x Caudalidad [F(1,36)=35,24; p≤0,001; $\eta^2_p=0,49$] donde las imágenes negativas elicitaron mayor positividad que las neutras en electrodos posteriores (p≤0,001). También se obtuvo una interacción Emoción x Lateralidad [F(1,9, 69,8)=10,48; p≤0,001; $\eta^2_p=0,22$], donde las imágenes negativas evocaron una mayor positividad que las imágenes neutras en los electrodos situados en la línea media (p≤0,001) y en los electrodos del hemisferio derecho (p=0,003).

Por último, en el periodo 500-900 ms. se encontró una interacción Emoción x Lateralidad [F(1,37, 49,3)=9,76; p=0,001; $\eta^2_p = 0,21$], donde las imágenes negativas evocaron una mayor positividad que las imágenes neutras en el hemisferio izquierdo (p=0,003) y en los electrodos situados en la línea media (p=0,001) También se obtuvo una interacción Emoción x Caudalidad x Grupo [F(1,36)=8,08; p=0,007; $\eta^2_p = 0,18$; Figura 5] donde las imágenes negativas evocaron mayor positividad que las neutras en electrodos posteriores en el grupo de adultos jóvenes (p=0,018), mientras que en el grupo de adultos mayores, las imágenes negativas evocaron una mayor positividad que

las imágenes neutras en electrodos anteriores ($p=0,004$). Por último, se obtuvo una interacción marginal Emoción x Caudalidad x Lateralidad [$F(1,65, 59,5)=2,52$; $p=0,09$; $\eta^2_p=0,065$], donde las imágenes negativas evocaron una mayor positividad que las imágenes neutras en los electrodos anteriores izquierdos ($p=0,001$) y en los electrodos de la línea media ($p=0,001$). Además, las imágenes negativas evocaron una mayor positividad que las imágenes neutras en electrodos posteriores izquierdos ($p=0,03$) y en electrodos de la línea media ($p=0,001$).

Análisis correlacional

En las tablas 3 y 4 aparecen las correlaciones significativas en los diferentes periodos analizados entre los P.E. asociados a los dos tipos de imágenes en la fase de estudio y el rendimiento posterior en la prueba de reconocimiento.

	JÓVENES			
	NEUTRAS		NEGATIVAS	
	100-300	300-500	100-300	300-500
RCNTO. ITEMS RECORDAR				0,57** A. M. 0,54** A. D. 0,55** P. M. 0,49* P. D.
RCNTO. ITEMS OLVIDAR			0,46* P. I.	

Tabla 3. Rccto: Reconocimiento. A.I.: Anterior Izquierdo; A.M.: Anterior Medial; A.D.: Anterior Derecho; P.I.: Posterior Izquierdo; P.M.: Posterior Medial; P.D.: Posterior Derecho. * $p<0,05$, ** $p<0,01$, *** $p<0,001$.

	MAYORES			
	NEUTRAS		NEGATIVAS	
	100-300	300-500	100-300	300-500
RCNTO. ITEMS RECORDAR				-0,44 ($p=0,06$)
RCNTO. ITEMS OLVIDAR				A. I. -0,48* P. I.

Tabla 4. Rccto: Reconocimiento. A.I.: Anterior Izquierdo; A.M.: Anterior Medial; A.D.: Anterior Derecho; P.I.: Posterior Izquierdo; P.M.: Posterior Medial; P.D.: Posterior Derecho. * $p<0,05$, ** $p<0,01$, *** $p<0,001$.

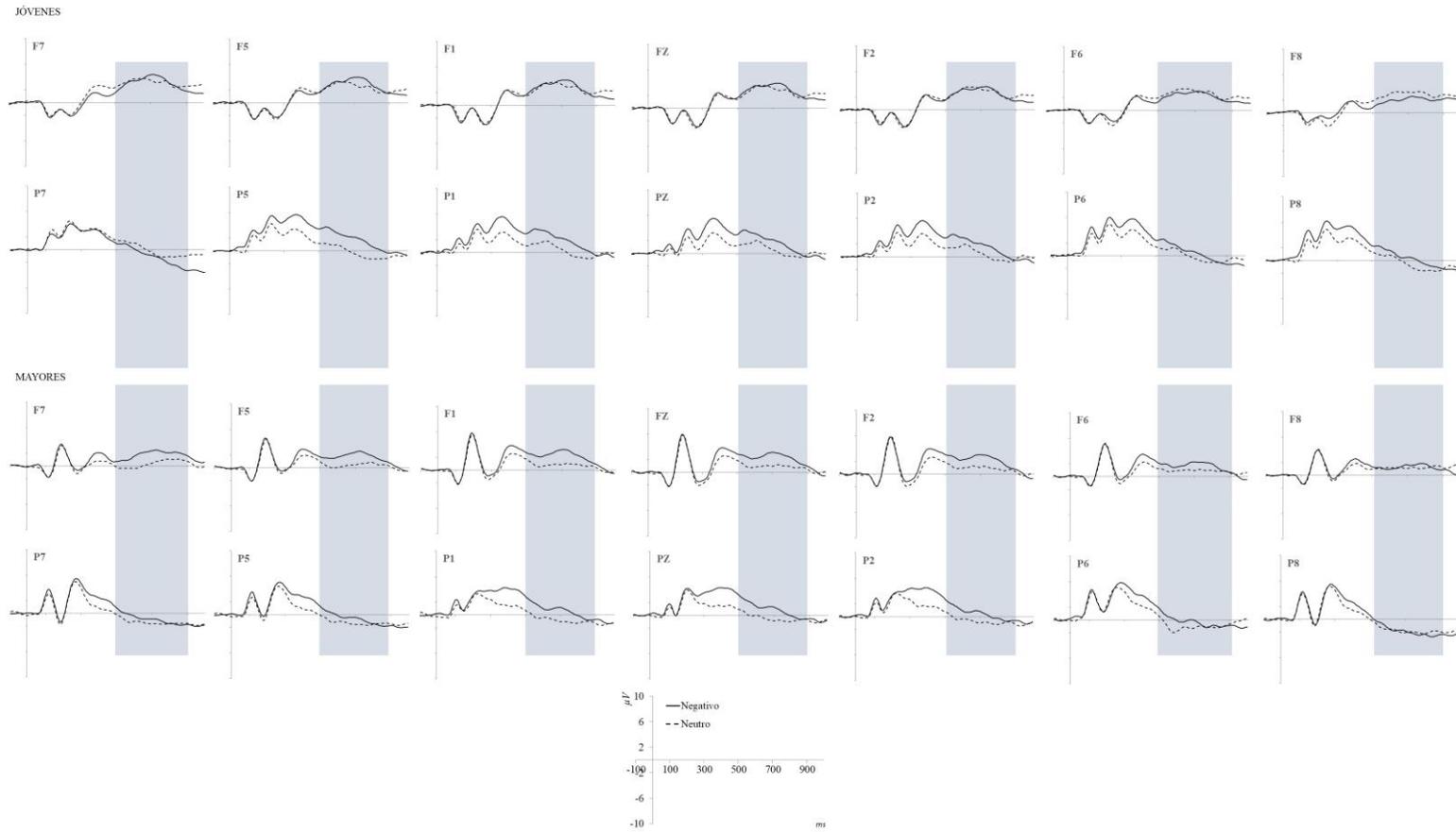


Figura 3. Grandes promedios de las imágenes negativas y neutras en el grupo de adultos jóvenes y de adultos mayores. La parte sombreada refleja el componente PPT en el periodo 500-900 ms.

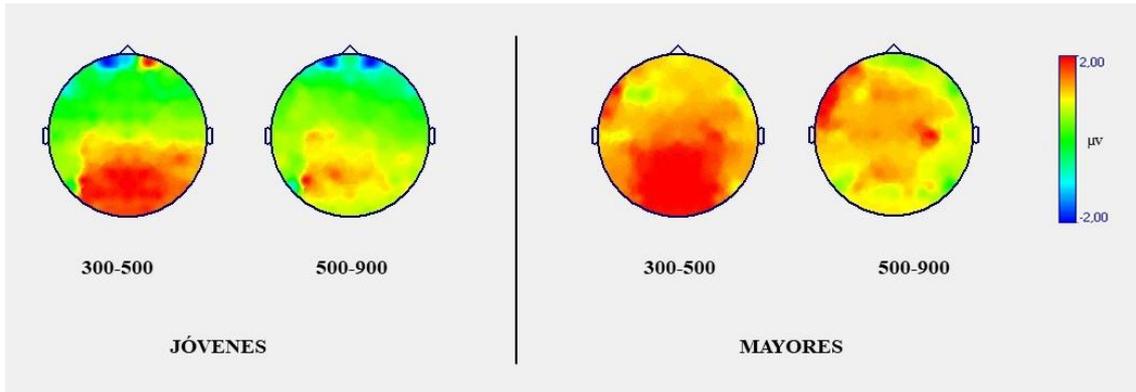


Figura 4. Mapas de las diferencias entre las imágenes negativas y neutras en el grupo de adultos jóvenes y adultos mayores en los periodos 300-500 y 500-900 ms. Los mapas topográficos se han realizado teniendo en cuenta el montaje total de 37 electrodos.

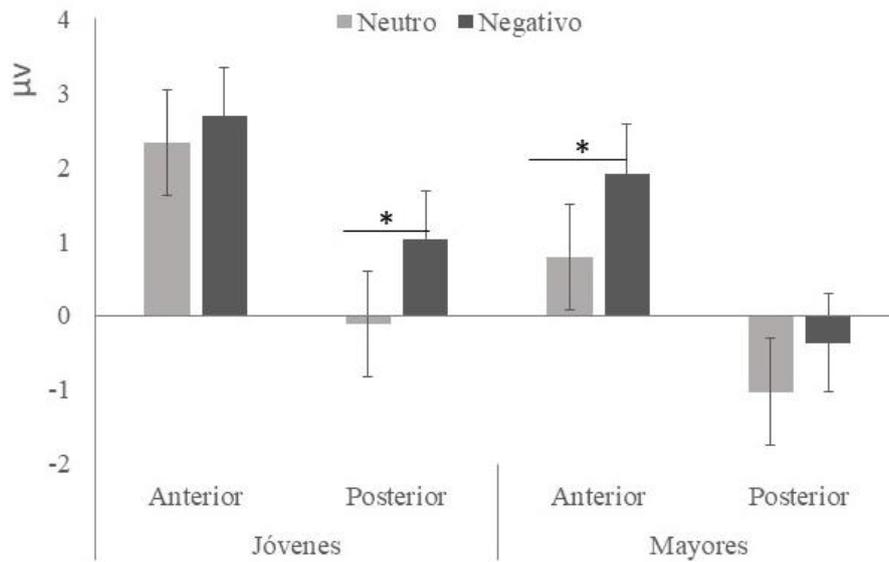


Figura 5. Amplitudes medias relacionadas con la imagen en el periodo 500-900 ms. Las barras representan los microvoltios evocados por las imágenes negativas y neutras en relación con la caudalidad en el grupo de adultos jóvenes y de adultos mayores. * $p < 0,05$.

ii) *Análisis de la instrucción*

En las figuras 6, 7, 8 y 9 aparecen los GP asociados a la instrucción de olvidar y de recordar en imágenes negativas y neutras. Además, en las figuras 10 y 11 aparecen los mapas de las diferencias entre la instrucción de recordar y la instrucción de olvidar en las imágenes negativas y neutras.

En el periodo 100-200 ms. se obtuvo una interacción marginal Instrucción x Caudalidad [$F(1,36)=3,2$; $p=0,08$; $\eta^2_p=0,08$]. Sin embargo, los análisis de efectos simples no mostraron diferencias entre las dos instrucciones en una misma caudalidad, si no cómo cambia la instrucción en función de la caudalidad. En este sentido, tanto la instrucción de recordar ($p=0,004$) como la instrucción de olvidar ($p\leq 0,001$) evocaron más positividad en los electrodos posteriores que en los anteriores.

En el periodo 200-300 ms. se encontró una interacción marginal Instrucción x Grupo [$F(1,36)=3,15$; $p=0,078$; $\eta^2_p=0,08$], donde la instrucción de recordar evocó mayor positividad que la instrucción de olvidar en el grupo de adultos jóvenes ($p=0,02$). También se encontró una interacción Instrucción x Caudalidad x Lateralidad [$F(1,73, 62,4)=6,24$; $p=0,005$; $\eta^2_p=0,15$; Figura 12], donde la instrucción de recordar evocó mayor positividad que la instrucción de olvidar en electrodos anteriores situados en el hemisferio izquierdo ($p=0,04$) y de forma marginal en los electrodos situados en la línea media ($p=0,08$). Además, la instrucción de recordar evocó mayor positividad que la instrucción de olvidar en electrodos posteriores ubicados en la línea media ($p=0,07$), aunque estas diferencias fueron marginales. Por último, se encontró una interacción marginal Instrucción x Emoción x Lateralidad x Grupo [$F(1,98, 71,2)=3,01$; $p=0,06$; $\eta^2_p=0,07$; Figura 12], donde en el grupo de adultos jóvenes la instrucción de recordar evocó mayor positividad que la instrucción de olvidar en imágenes neutras en electrodos

situados en la línea media ($p=0,03$) y, marginalmente, en electrodos del hemisferio izquierdo ($p=0,06$), sin embargo, no se encontraron diferencias en las imágenes negativas. En el grupo de adultos mayores no se encontraron efectos significativos.

A continuación, en el periodo 300-400 ms. hubo un efecto principal de Instrucción [$F(1,36)=5,94$, $p=0,02$, $\eta^2_p = 0,14$] donde la instrucción de recordar evocó mayor positividad que la instrucción de olvidar. Asimismo se encontró una interacción marginal Instrucción x Emoción x Caudalidad x Lateralidad x Grupo [$F(1,34, 48,38)=2,73$; $p=0,09$; $\eta^2_p = 0,07$; Figura 13], donde en el grupo de adultos jóvenes, la instrucción de recordar evocó mayor positividad que la instrucción de olvidar en imágenes neutras en electrodos anteriores del hemisferio izquierdo ($p=0,01$), y de la línea media ($p=0,06$), y en electrodos posteriores del hemisferio izquierdo ($p=0,01$), de la línea media ($p=0,003$) y del hemisferio derecho ($p=0,01$). En las imágenes negativas la instrucción de recordar evocó mayor positividad que la instrucción de olvidar en zonas posteriores izquierdas ($p=0,01$) y mediales ($p=0,04$). Sin embargo, en el grupo de adultos mayores no se encontraron diferencias.

En el periodo 400-500 ms. se obtuvo una interacción significativa Instrucción x Caudalidad [$F(1,36)=6,7$; $p=0,014$; $\eta^2_p=0,16$], sin embargo, los análisis de efectos simples no arrojaron efectos significativos entre las dos instrucciones en una misma caudalidad, si no cómo cambia la instrucción en función de la caudalidad. En este sentido, tanto la instrucción de recordar ($p\leq 0,001$), como la instrucción de olvidar ($p=0,009$), evocaron más positividad en electrodos posteriores que anteriores. Asimismo, se encontró una interacción marginal Instrucción x Emoción x Caudalidad x Grupo [$F(1,36)=3,6$; $p=0,06$; $\eta^2_p=0,09$; Figura 14], donde en el grupo de adultos jóvenes la instrucción de recordar elicó mayor positividad que la instrucción de olvidar en

imágenes neutras, en electrodos posteriores ($p=0,04$). Sin embargo, en el grupo de adultos mayores la instrucción de olvidar evocó mayor positividad que la instrucción de recordar en electrodos anteriores, en imágenes negativas ($p=0,03$). Este efecto se prolongó hasta los 600 ms de forma marginal [$F(1,36)=3,08$; $p=0,08$; $\eta^2_p = 0,08$].

En el periodo 500-700 ms. hubo un efecto principal de Instrucción [$F(1,36)=6,11$; $p=0,018$; $\eta^2_p=0,14$] donde la instrucción de olvidar evocó mayor positividad que la instrucción de recordar. Además hubo una interacción Instrucción x Lateralidad [$F(1,52, 54,9)=3,74$; $p=0,04$; $\eta^2_p=0,09$] donde la instrucción de olvidar evocó una mayor positividad que la instrucción de recordar en electrodos del hemisferio izquierdo ($p=0,03$) y de la zona medial ($p=0,002$). Por último, se encontró una interacción marginal Instrucción x Caudalidad x Grupo [$F(1,36)=2,94$; $p=0,09$; $\eta^2_p=0,076$; Figura 15]. Análisis de efectos simples mostraron que en el grupo de adultos mayores la instrucción de olvidar evocó mayor positividad que la instrucción de recordar en imágenes negativas en electrodos anteriores ($p=0,014$).

Por último, en el periodo 700-900 ms. hubo una interacción Instrucción x Caudalidad [$F(1,36)=4,06$; $p=0,05$; $\eta^2_p=0,1$]. Sin embargo, los análisis de efectos simples no mostraron diferencias entre las dos instrucciones en una misma caudalidad, si no cómo cambia la instrucción en función de la caudalidad. En este sentido, la instrucción de recordar evocó mayor positividad en electrodos anteriores que posteriores ($p=0,01$).

Análisis correlacional

En las tablas 5 y 6 aparecen las correlaciones significativas en los diferentes periodos analizados entre los P.E. asociados a las instrucciones de memoria en la fase de estudio y el rendimiento posterior en la prueba de reconocimiento.

	JÓVENES			
	NEUTRAS		NEGATIVAS	
	RCNTO -R	RCNTO-O	RCNTO-R	RCNTO-O
Periodo 500-700				
INSTRUCCIÓN RECORDAR				
Imágenes neutras				
Imágenes negativas				
INSTRUCCIÓN OLVIDAR				
Imágenes neutras				
Imágenes negativas				
				0,4* P.D.
Periodo 700-900				
INSTRUCCIÓN RECORDAR				
Imágenes neutras				
Imágenes negativas				
INSTRUCCIÓN OLVIDAR				
Imágenes neutras				
Imágenes negativas				
				0,46* P.I.

Tabla 5. Rcnto-R: Reconocimiento de las imágenes de la categoría de recordar; Rcnto-O: Reconocimiento de las imágenes de la categoría de olvidar. A.I.: Anterior Izquierdo; A.M.: Anterior Medial; A.D.: Anterior Derecho; P.I.: Posterior Izquierdo; P.M.: Posterior Medial; P.D.: Posterior Derecho. * $p < 0,05$.

	MAYORES			
	NEUTRAS		NEGATIVAS	
	RCNTO-R	RCNTO-O	RCNTO-R	RCNTO-O
400-500				
INSTRUCCIÓN RECORDAR				
Imágenes neutras				
Imágenes negativas				
INSTRUCCIÓN OLVIDAR				
Imágenes neutras		´-0,5* A.I.		
Imágenes negativas				´-0,51* P.D.
500-700				
INSTRUCCIÓN RECORDAR				
Imágenes neutras				
Imágenes negativas				
INSTRUCCIÓN OLVIDAR				
Imágenes neutras				
Imágenes negativas				´-0,58** P.D.
700-900				
INSTRUCCIÓN RECORDAR				
Imágenes neutras				
Imágenes negativas				
INSTRUCCIÓN OLVIDAR				
Imágenes neutras				
Imágenes negativas				´-0,56** P.D.

Tabla 6. Rcnto-R: Reconocimiento de las imágenes de la categoría de recordar; Rcnto-O: Reconocimiento de las imágenes de la categoría de olvidar. A.I.: Anterior Izquierdo; A.M.: Anterior Medial; A.D.: Anterior Derecho; P.I.: Posterior Izquierdo; P.M.: Posterior Medial; P.D.: Posterior Derecho. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$.

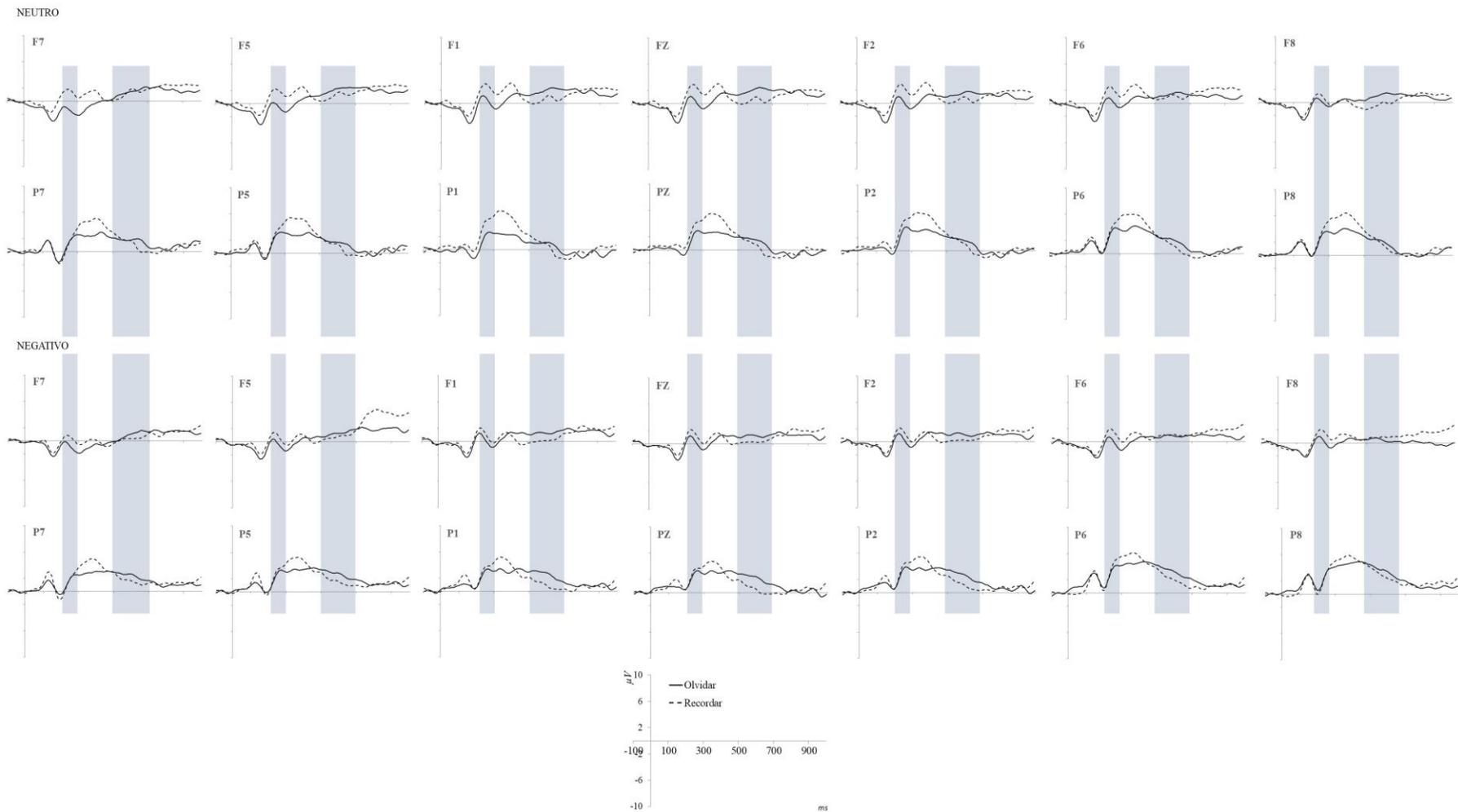


Figura 6. Grandes promedios asociados a la instrucción de olvidar y de recordar en imágenes negativas y neutras en el grupo de adultos jóvenes. Las zonas sombreadas se corresponden con los periodos 200-300 y 500-700 ms.

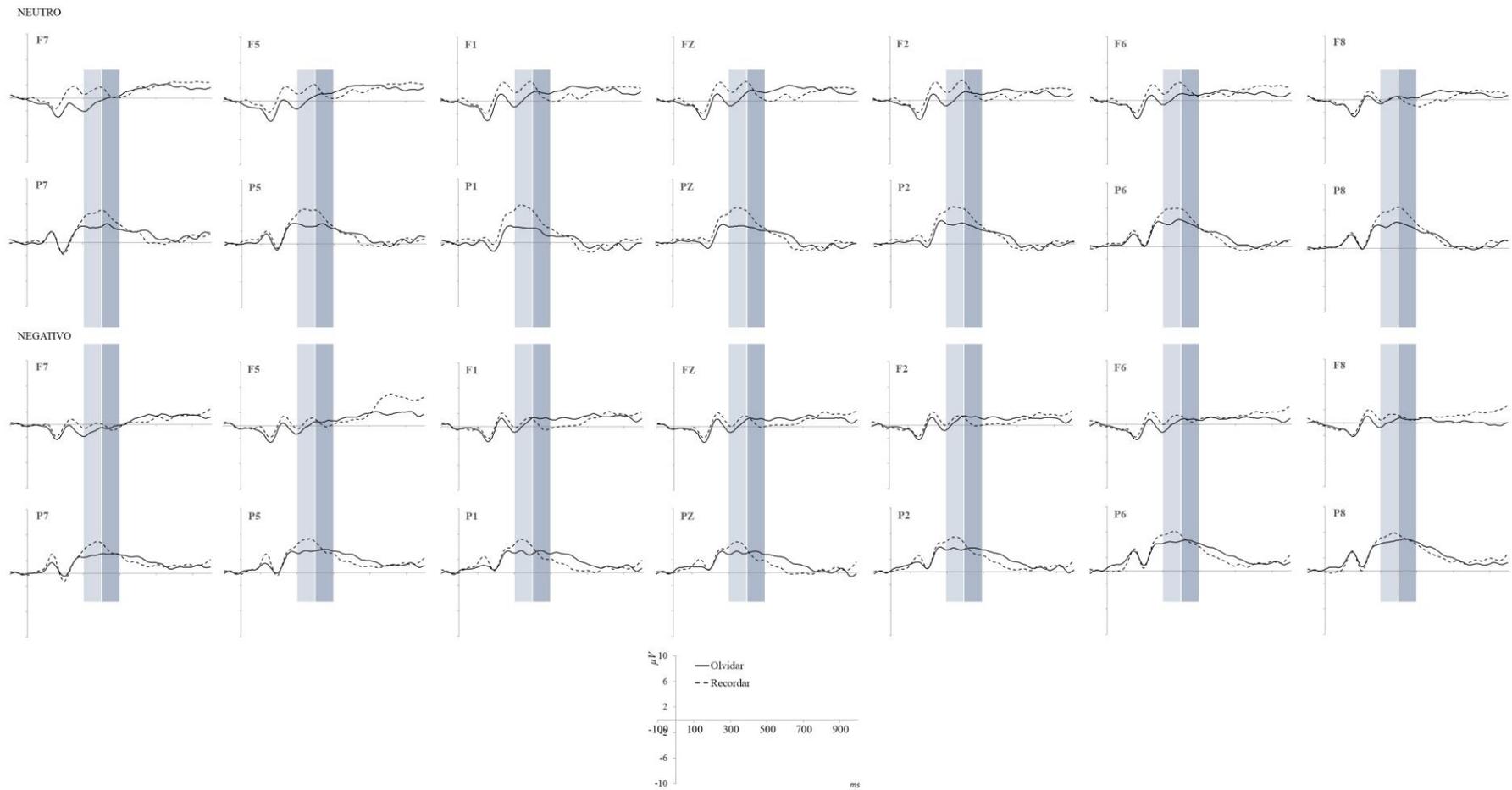


Figura 7. Grandes promedios asociados a la instrucción de olvidar y de recordar en imágenes negativas y neutras en el grupo de adultos jóvenes. Las zonas sombreadas se corresponden con los periodos 300-400 y 400-500 ms.

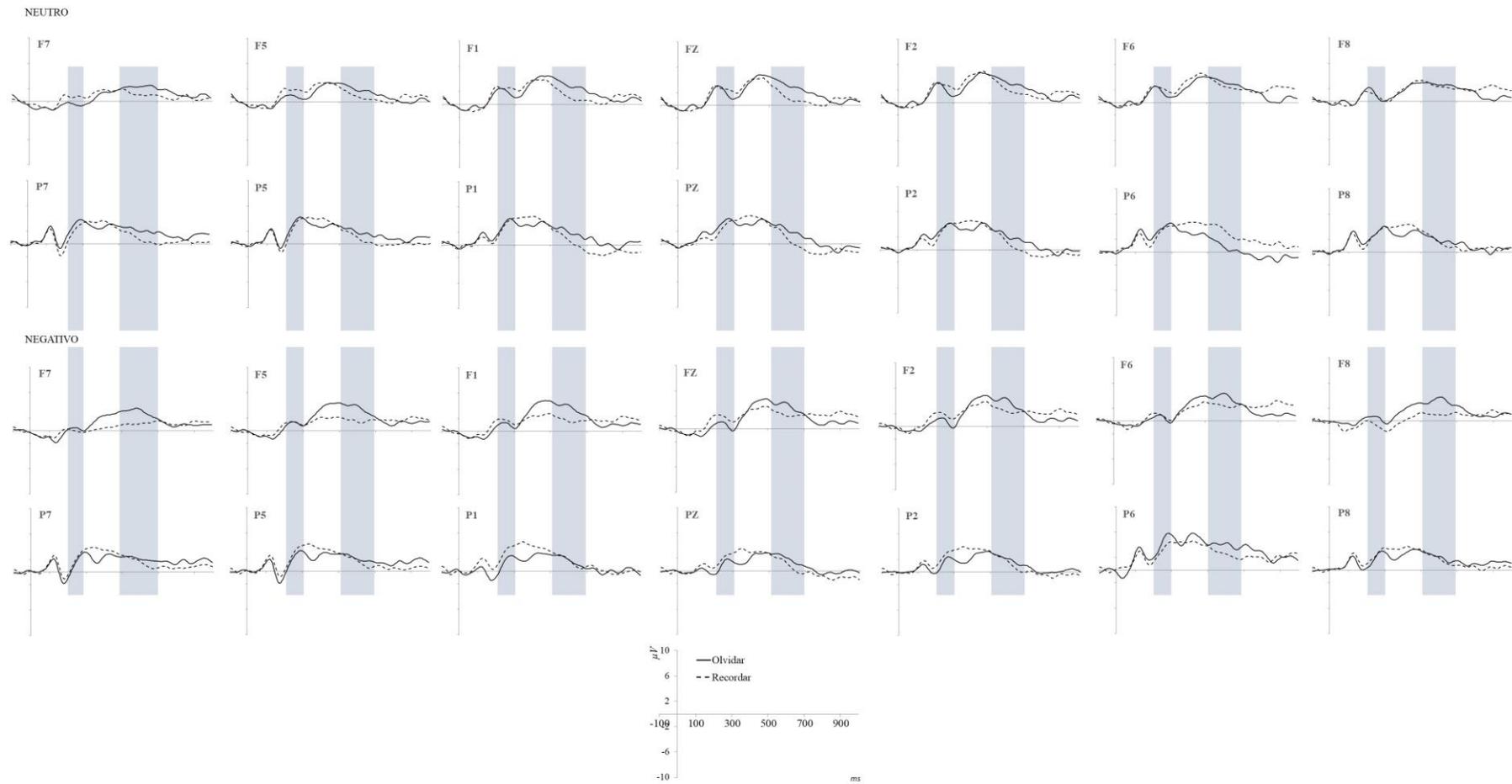


Figura 8. Grandes promedios asociados a la instrucción de olvidar y de recordar en imágenes negativas y neutras en el grupo de adultos mayores. Las zonas sombreadas se corresponden con los periodos 200-300 y 500-700 ms.

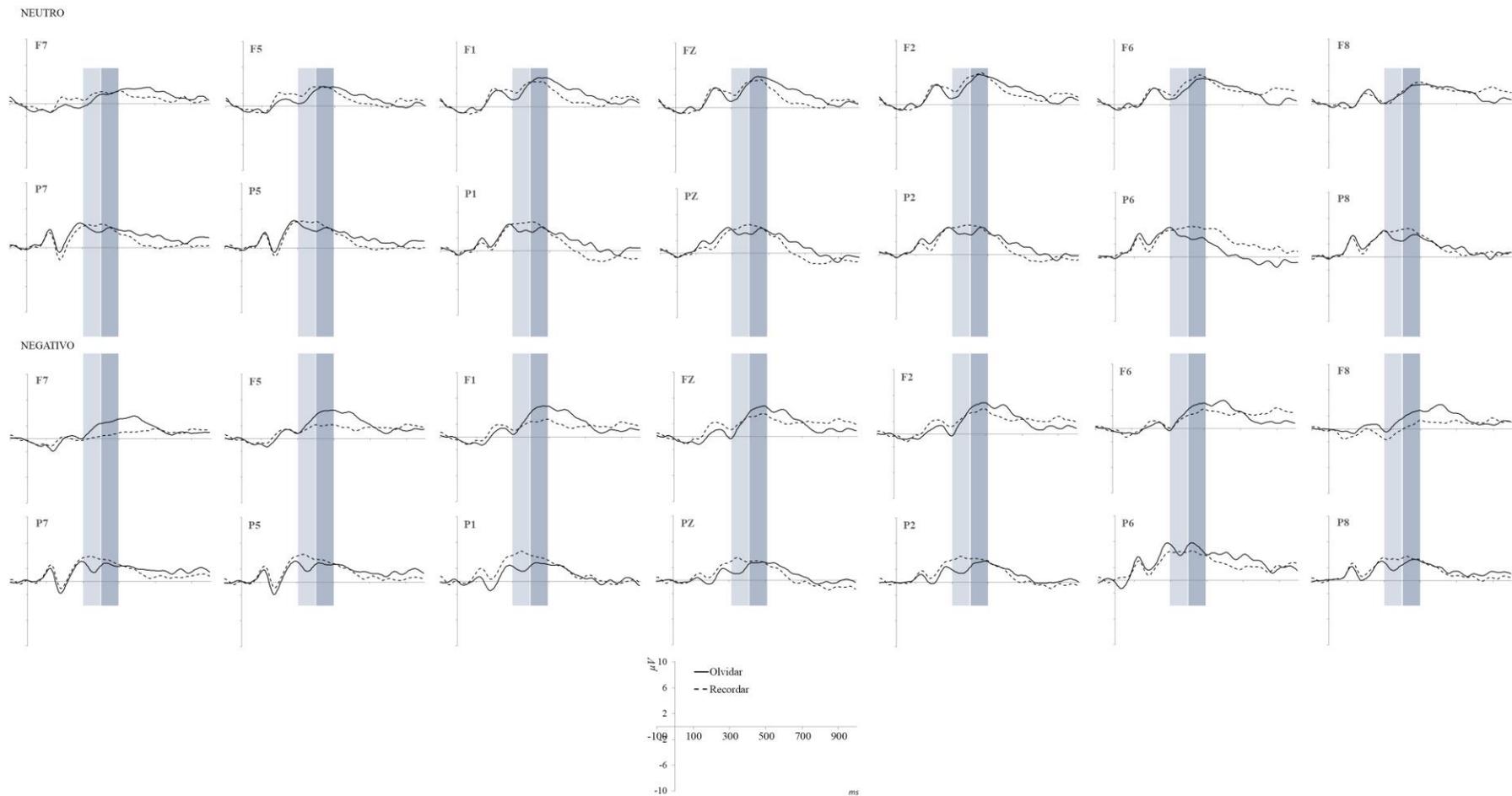


Figura 9. Grandes promedios asociados a la instrucción de olvidar y de recordar en imágenes negativas y neutras en el grupo de adultos mayores. Las zonas sombreadas se corresponden con los periodos 300-400 y 400-500 ms.

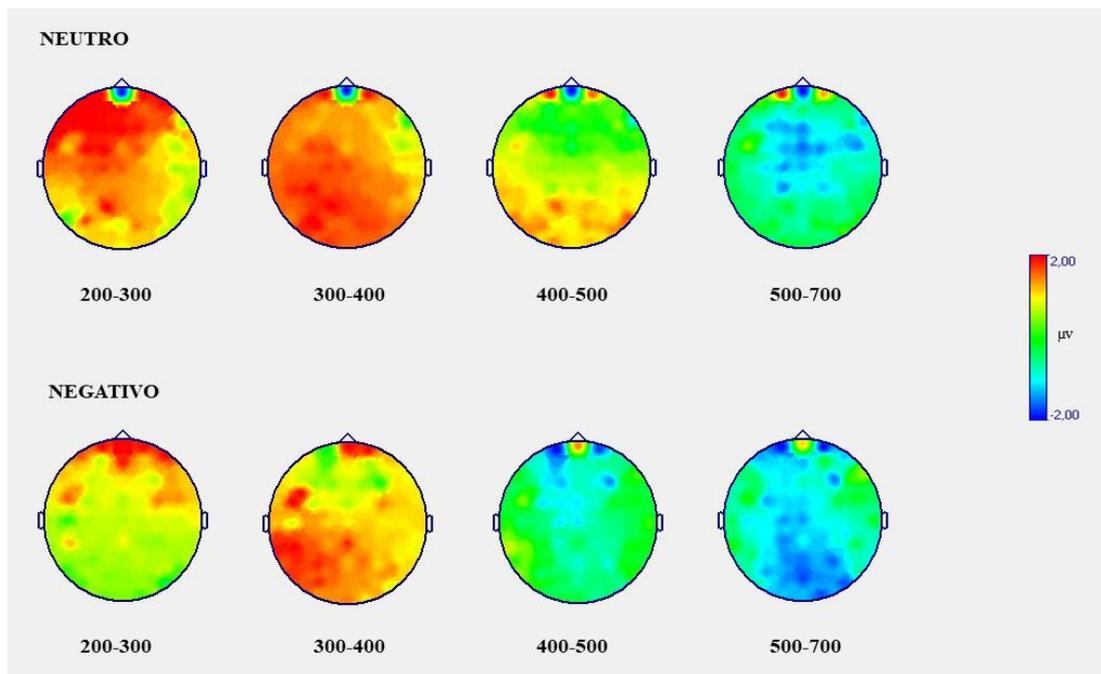


Figura 10. Mapas de las diferencias entre la instrucción de recordar y la instrucción de olvidar en las imágenes negativas y neutras en el grupo de adultos jóvenes en los periodos 200-300, 300-400, 400-500 y 500-700 ms. Los mapas topográficos se han realizado teniendo en cuenta el montaje total de 37 electrodos.

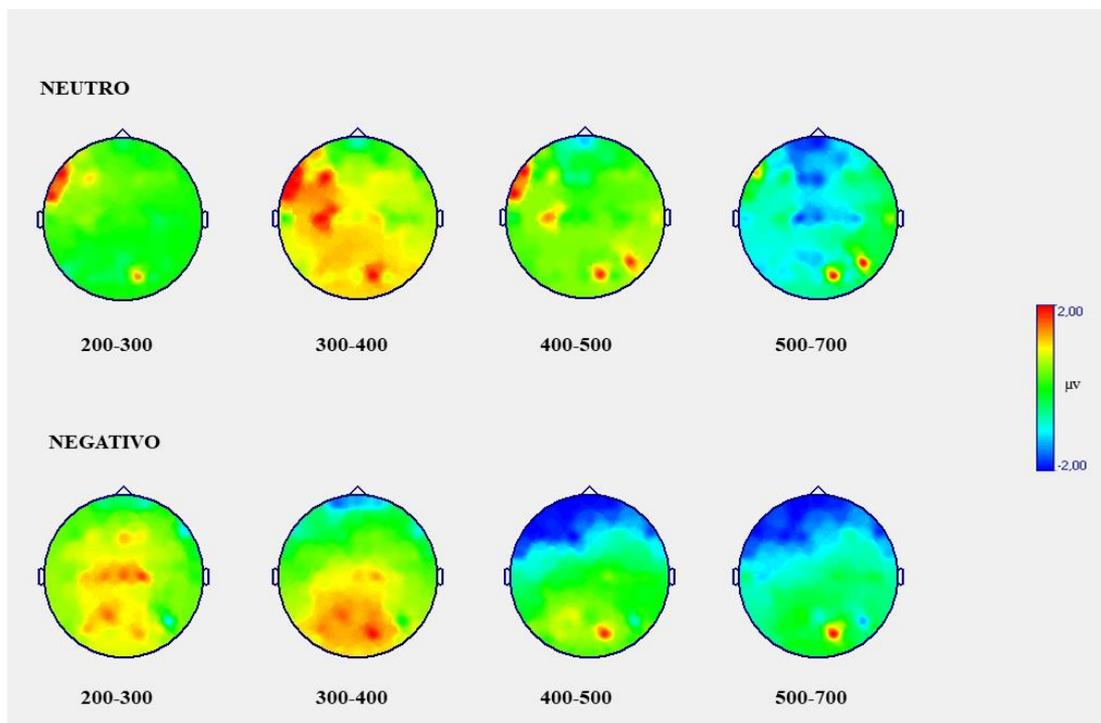


Figura 11. Mapas de las diferencias entre la instrucción de recordar y la instrucción de olvidar en las imágenes negativas y neutras en el grupo de adultos mayores en los periodos 200-300, 300-400, 400-500 y 500-700 ms. Los mapas topográficos se han realizado teniendo en cuenta el montaje total de 37 electrodos.

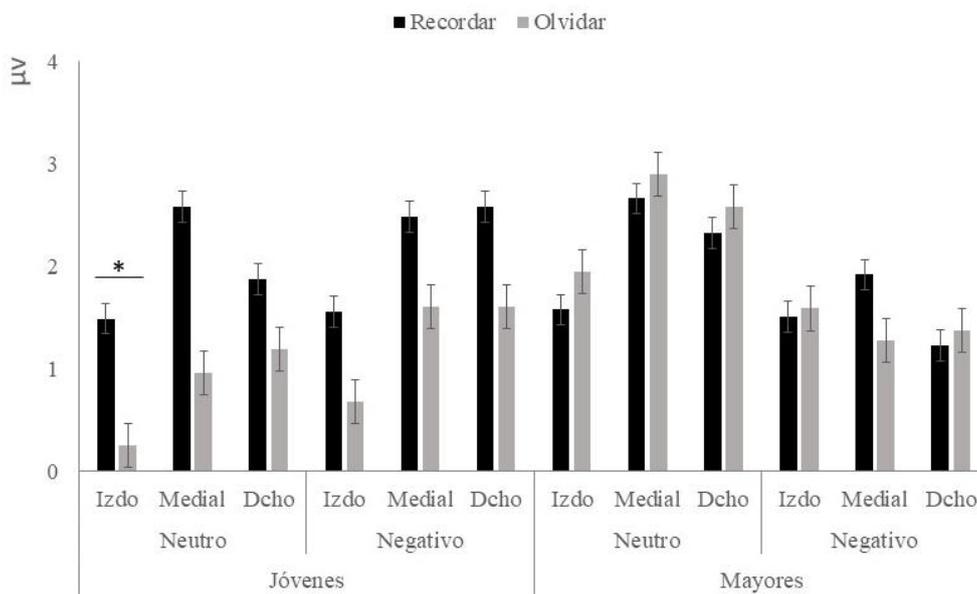
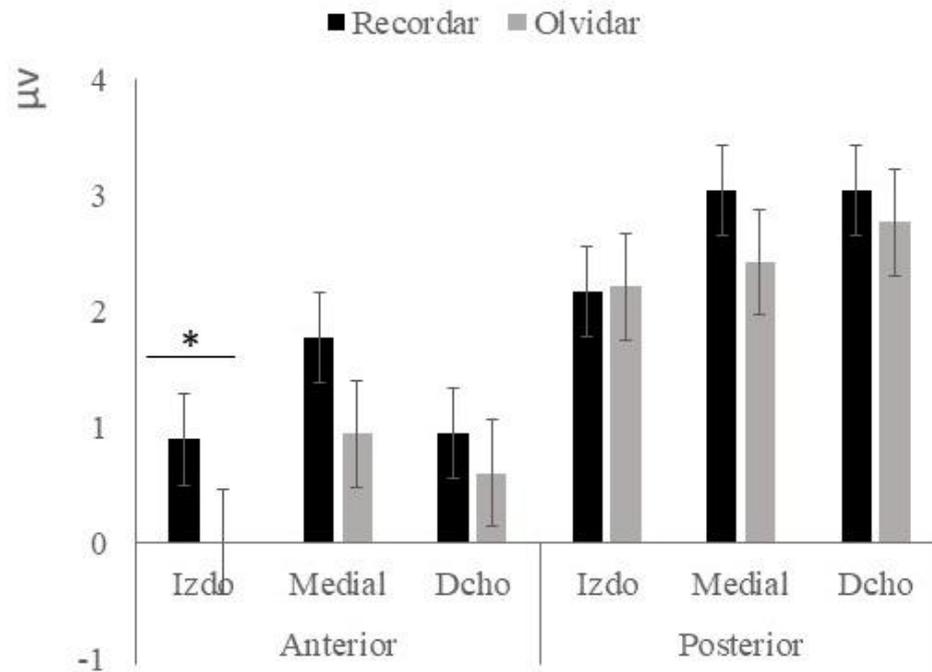


Figura 12. Amplitudes medias relacionadas con la instrucción en el periodo 200-300 ms. En la parte superior, las barras representan los microvoltios evocados por las instrucciones R y O basadas en la lateralidad y la caudalidad. En la parte inferior, las barras representan los microvoltios evocados por las instrucciones R y O en imágenes neutras y negativas basadas en la lateralidad en el grupo de adultos jóvenes y de adultos mayores. * $p < 0,05$.

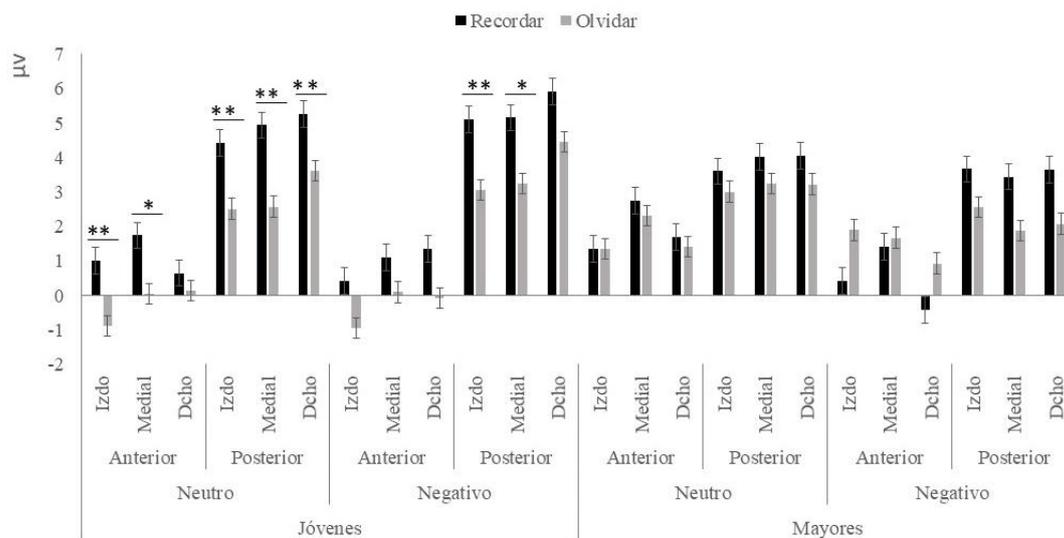


Figura 13. Amplitudes medias relacionadas con la instrucción en el periodo 300-400 ms. Las barras representan los microvoltios evocados por las instrucciones R y O en imágenes neutras y negativas basadas en la caudalidad y la lateralidad en el grupo de adultos jóvenes y adultos mayores. * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$.

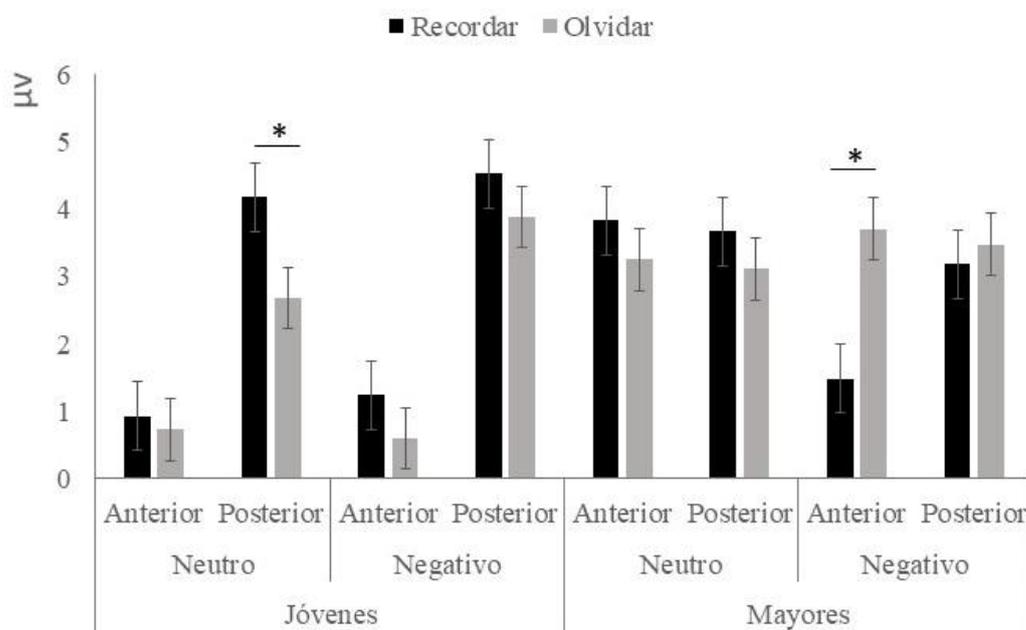


Figura 14. Amplitudes medias relacionadas con la instrucción en el periodo 400-500 ms. Las barras representan los microvoltios evocados por las instrucciones R y O en imágenes neutras y negativas basadas en la caudalidad en adultos jóvenes y adultos mayores. * $p < 0,05$.

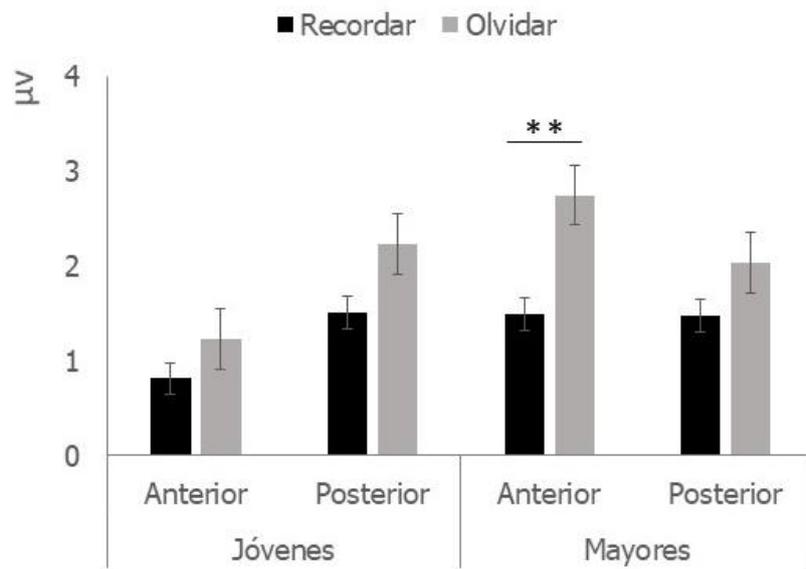


Figura 15. Amplitudes medias relacionadas con la instrucción en el periodo 500-700 ms. Las barras representan los microvoltios evocados por las instrucciones R y O basadas en la caudalidad en adultos jóvenes y adultos mayores. ** $p < 0,01$.

2.1.3. Discusión

El experimento 1 tuvo como objetivo examinar el efecto del envejecimiento sobre la capacidad para olvidar intencionadamente imágenes con contenido emocional negativo y neutro, así como estudiar los correlatos electrofisiológicos subyacentes. En primer lugar, se discutirán los resultados de conducta y posteriormente los resultados electrofisiológicos.

i) Resultados de conducta

En relación con la tarea de olvido dirigido el análisis de los aciertos indicó que se produjo efecto de olvido en ambos grupos de participantes y para ambos tipos de imágenes. El efecto del olvido numéricamente fue menor en el grupo de adultos mayores que en el grupo de adultos jóvenes, y también fue menor para imágenes

negativas que para neutras, sin embargo, estos efectos no fueron significativos. Puede ser que se haya obtenido un efecto techo en el rendimiento dado que como se puede observar en la tabla 2 de resultados, el rendimiento fue muy alto en todas las categorías. Por tanto, estos resultados no apoyan la hipótesis planteada ya que se esperaba que el efecto del olvido fuera menor en adultos mayores que en adultos jóvenes y también se esperaba que la emoción afectara al grupo de adultos jóvenes, pero no al de adultos mayores. A pesar de esto nuestros resultados sí van en consonancia con los obtenidos en otras investigaciones (Gallant y Yang, 2014; Berger et al., 2018). Con respecto al rendimiento en el reconocimiento global, ambos grupos cometieron más falsas alarmas ante imágenes negativas que neutras. Además, los adultos mayores cometieron más falsas alarmas que los adultos jóvenes. Cuando se analizó la sensibilidad en el reconocimiento tanto adultos jóvenes como adultos mayores tuvieron una mayor discriminación para imágenes neutras que negativas, y, además, los adultos jóvenes tuvieron una mayor discriminación general que los adultos mayores. Con relación al sesgo de respuesta ambos grupos adoptaron un criterio más liberal en las imágenes negativas que en las neutras. Asimismo, los adultos mayores adoptaron un criterio más liberal en las imágenes negativas que los adultos jóvenes. Estos resultados van en consonancia con los obtenidos en otras investigaciones (Kapuku et al., 2008) y ponen de manifiesto que en cuanto a la sensibilidad no se observa efecto de negatividad en los jóvenes ya que se reconocen mejor las imágenes neutras y se debe a que se adopta un criterio más liberal en las imágenes negativas por una posible tendencia a priorizar las imágenes negativas. Esto también ocurre en los mayores lo que va en contra de la hipótesis de partida de una menor atención a la información negativa. Cuando se analizaron los TRs se encontró efecto del olvido en ambos tipos de imágenes. Además, también se obtuvo un efecto de la emoción donde los TRs de las imágenes negativas

fueron mayores que los TRs de las imágenes neutras. Parece, por tanto, que la emoción no moduló el efecto del olvido ni en el grupo de adultos jóvenes ni en el grupo de adultos mayores.

ii) Resultados electrofisiológicos

Los PE en relación con la presentación de las imágenes indican un efecto de la emoción, donde las imágenes negativas evocaron mayor positividad que las imágenes neutras desde los 100 ms. hasta los 900 ms. si bien este efecto fue más marcado a partir de los 300 ms. Asimismo, se encontró una interacción emoción x caudalidad donde las imágenes negativas evocaron mayor positividad que las neutras en electrodos posteriores entre los 300 -500 ms. Estos resultados van en la línea de los obtenidos en otros estudios. Hauswald et al. (2010) encontraron una mayor positividad asociada a las imágenes negativas en electrodos posteriores entre los 450-900 ms. Asimismo, Yang et al. (2012) también encontraron una mayor positividad asociada a las imágenes negativas entre los 400-1000 ms. en electrodos posteriores. Este resultado se ha relacionado en la literatura con el componente PPT y se ha asociado al procesamiento preferente de los estímulos negativos. Este efecto fue exclusivo de los adultos jóvenes entre los 500-900 ms., en los adultos mayores, sin embargo, este efecto se desplaza a los electrodos anteriores. Estos resultados van en la línea de los obtenidos por Gallant et al. (2018) en donde encuentran una mayor amplitud asociada al componente PPT en adultos jóvenes que en adultos mayores en los electrodos posteriores. Este efecto también se ha encontrado en otros estudios. Wood y Kisley (2006) realizaron un estudio en el que los participantes tenían que evaluar imágenes y categorizarlas en imágenes negativas, neutras y positivas. Encontraron una menor amplitud en el componente PPT en imágenes negativas en el grupo de adultos mayores en comparación con el grupo de adultos jóvenes. Renfroe et al. (2016) registraron la actividad eléctrica cerebral de los

participantes mientras veían imágenes neutras, negativas y positivas. Al igual que Wood y Kisley encontraron una menor amplitud en el componente PPT asociado a las imágenes negativas en el grupo de adultos mayores.

El análisis correlacional realizado entre los P.E. asociados a las imágenes y su posterior reconocimiento indicaron una correlación positiva entre los P.E. ante imágenes negativas y su reconocimiento posterior cuando había que recordarlas en el grupo de adultos jóvenes, en el periodo 300-500 ms. Este resultado también se produjo para las imágenes que tenían que olvidar en un periodo previo. Sin embargo, los P.E. asociados a las imágenes neutras no correlacionaron con el rendimiento posterior. Estos resultados apoyan la mayor atención prestada a las imágenes negativas y se corresponde con un mejor reconocimiento de dichas imágenes. En el grupo de adultos mayores, al igual que en el de adultos jóvenes sólo se observaron correlaciones significativas en imágenes negativas también en el periodo 300-500 ms., aunque éstas fueron negativas. Sin embargo, en este caso podría indicar un posible sesgo de positividad en el sentido de que el menor reconocimiento de las imágenes negativas que hay que olvidar se asocia a una mayor amplitud en los P.E. de dichas imágenes. Parece que el sesgo de negatividad encontrado ampliamente en la literatura está más asociado a los adultos jóvenes, mientras que en los adultos mayores no tiene tanto efecto probablemente debido al sesgo de positividad.

Cuando se analizaron los correlatos electrofisiológicos en relación con el análisis de la instrucción se observó en el grupo de adultos jóvenes una mayor positividad evocada por la instrucción de recordar más marcada en las imágenes neutras desde los 200 hasta los 400 ms. Concretamente, en el periodo 300-400 ms. la instrucción de recordar evocó mayor positividad que la instrucción de olvidar en zonas posteriores en

imágenes negativas, y en imágenes neutras este efecto tuvo lugar en el periodo 400-500 ms.

Este efecto obtenido en el periodo 300-500 ms. se ha relacionado en la literatura con el componente P3 (Hauswald et al., 2010; Yang et al., 2012; Patrick et al., 2015) y ha sido asociado al repaso selectivo de los ítems de recordar. Sin embargo, en el grupo de adultos mayores no se encontraron estas diferencias significativas. Esto puede indicar que el grupo de adultos mayores no está utilizando estrategias de repaso. Además, en otros estudios en los que se utilizaron tareas que implican la memoria de trabajo se ha encontrado que este componente P3 es de menor magnitud en adultos mayores que en adultos jóvenes (Fjell y Walhovd 2001; Wood y Kisley, 2006; Saliasi et al., 2013).

La instrucción de olvidar en el periodo 200-300 ms. evocó mayor negatividad que la instrucción de recordar en electrodos anteriores. Asimismo, en el grupo de adultos mayores desde los 400 hasta los 600 ms. en imágenes negativas la instrucción de olvidar evocó mayor positividad que la instrucción de recordar en electrodos anteriores. Además, en el grupo de adultos mayores se encontró una correlación negativa entre los P.E. de los electrodos anteriores izquierdos asociados a la instrucción de olvidar imágenes neutras y el posterior reconocimiento de dichos ítems en el periodo 400-500 ms. Gallant et al. (2018) en su estudio con palabras encontraron que la instrucción de olvidar evocó mayor positividad que la instrucción de recordar en zonas anteriores entre los 600-800 ms. tanto en adultos jóvenes como en adultos mayores. En nuestro estudio este efecto lo hemos encontrado más temprano en el tiempo y asociado a los adultos mayores. Además, hemos encontrado una correlación entre los P.E. y el posterior reconocimiento. Este resultado podría reflejar el aumento en la activación en la parte frontal como mecanismo compensatorio para poder implementar la instrucción

de olvidar, ya que el posible deterioro en los mecanismos inhibitorios provocaría que fuese necesario esa mayor activación cerebral.

2.2. Experimento 2: Olvido dirigido de imágenes con contenido emocional y prueba de detección visual

Se han dado diferentes explicaciones al efecto del olvido encontrado mediante el método del ítem. La teoría del repaso selectivo (Bjork, 1972; Basden et al., 1993) sostiene que el efecto del olvido se debe al repaso de los ítems de recordar y al desvanecimiento de los ítems de olvidar en ausencia de repaso. Sin embargo, otras teorías defienden un punto de vista activo del olvido intencional (Zacks et al., 1996; Fawcett y Taylor, 2008; Lee y Hsu, 2013). Desde la teoría de la inhibición atencional se establece que los ítems de olvidar no se desvanecen pasivamente de la memoria, sino que en el olvido actuarían procesos cognitivos demandantes como la inhibición atencional (Fawcett et al., 2013; Lee y Hsu, 2013). Además, estudios realizados con adultos jóvenes y con adultos mayores encuentran un menor efecto del olvido en adultos mayores (Gamboz y Russo, 2002; Seigo et al., 2006; Titz y Verhaeghen, 2010). Se han dado diferentes explicaciones al respecto, una de ellas un posible déficit de los procesos inhibitorios en el grupo de mayor edad (Zacks et al., 1996). Sin embargo, en el experimento 1 no hemos encontrado diferencias entre adultos jóvenes y adultos mayores en el efecto del olvido lo que podría ser debido al alto rendimiento obtenido en ambos grupos lo que estaría provocando un efecto techo. Un procedimiento alternativo para estudiar las diferencias entre adultos jóvenes y adultos mayores en la implementación de las instrucciones de recordar y de olvidar sería analizar las consecuencias de dicha implementación sobre una tarea secundaria. Si las demandas de procesamiento de las instrucciones de memoria están moduladas por el grupo de edad esto debería verse reflejado en la tarea secundaria. Siguiendo el procedimiento desarrollado por Fawcett y

Taylor (2008), utilizaremos una prueba de detección visual tras la presentación de cada instrucción de memoria para estudiar la demanda cognitiva asociada a la implementación de R vs O. Si olvidar es más demandante que recordar, entonces habrá mayores TRs ante la prueba de detección visual cuando ésta iba precedida de la instrucción de olvidar que cuando iba precedida de la instrucción de recordar. Si, por el contrario, recordar es más demandante que olvidar entonces habrá mayores TRs ante la prueba de detección visual cuando ésta iba precedida de la instrucción de recordar que cuando iba precedida de la instrucción de olvidar. Fawcett y Taylor encontraron mayores TRs ante la prueba de detección visual cuando iba precedida de la instrucción de olvidar que de recordar lo que apoya la visión activa del olvido. Sin embargo, no hay ningún estudio hasta el momento que haya investigado los efectos del envejecimiento sobre el olvido intencional de información negativa con la introducción de una prueba de detección visual dentro del método del ítem. Al igual que en el experimento 1 se registrará la actividad eléctrica cerebral durante el experimento. Los objetivos e hipótesis del segundo experimento son los siguientes:

i) Estudiar a través de una prueba de detección visual el consumo de recursos cognitivos asociado a la implementación de las instrucciones de memoria en el olvido dirigido de imágenes con contenido emocional, tanto en adultos jóvenes como en adultos mayores.

A este respecto en línea con estudios previos (Fawcett y Taylor, 2008; Fawcett et al., 2013) si olvidar es más demandante que recordar entonces en el grupo de adultos jóvenes esperamos encontrar mayores TRs en la prueba de detección visual cuando ésta iba precedida de la instrucción de olvidar que de recordar. Sin embargo, si en los mayores se produce un déficit en los procesos inhibitorios entonces no esperamos

encontrar diferencias en la prueba de detección visual entre ambas instrucciones de memoria. Con relación a los correlatos electrofisiológicos asociados a la prueba de detección visual, esperamos encontrar diferencias entre los P.E. asociados a la prueba de detección visual cuando ésta iba precedida de la instrucción de recordar y los P.E. asociados a la prueba de detección visual cuando ésta iba precedida de la instrucción de olvidar. Para indexar el consumo de recursos cognitivos exigido por las instrucciones R y O se utilizó el componente P2 (Cheng et al., 2012). Si olvidar es más demandante que recordar entonces habrá menos recursos disponibles para la prueba de detección visual cuando ésta iba precedida de la instrucción de olvidar que cuando iba precedida de la instrucción de recordar. Por tanto, esperamos encontrar un componente P2 de menor amplitud asociado a la detección de la prueba visual cuando ésta iba precedida de la instrucción de olvidar que cuando iba precedida de la instrucción de recordar. Estas diferencias esperamos encontrarlas en el grupo de adultos jóvenes, mientras que en el grupo de adultos mayores no creemos que haya diferencias. Además, si las imágenes negativas son más resistentes al olvido, entonces esperamos encontrar mayores TRs en la prueba de detección visual cuando ésta iba precedida de la instrucción de olvidar que cuando iba precedida de la instrucción de recordar imágenes negativas. De la misma manera, esperamos encontrar un efecto de la emoción en los resultados electrofisiológicos. Si las imágenes negativas son más resistentes al olvido, esperamos encontrar un componente P2 de menor amplitud asociado a la detección de la prueba visual cuando ésta iba precedida de la instrucción de olvidar imágenes negativas que cuando iba precedida de la instrucción de recordar dichas imágenes.

ii) Estudiar cómo afecta el contenido emocional sobre las instrucciones de memoria tanto conductual como electrofisiológicamente.

En consonancia con el experimento anterior, esperamos encontrar efecto del olvido tanto para imágenes neutras como negativas en ambos grupos. En el análisis de los correlatos electrofisiológicos esperamos encontrar una mayor positividad asociada a las imágenes negativas que a las neutras en zonas posteriores. Este efecto esperamos que sea más pronunciado en el grupo de adultos jóvenes que de adultos mayores. Asimismo, en el análisis de la instrucción de memoria esperamos encontrar el componente P2 en zonas anteriores entre los 200-300 ms. y el componente P3 entre los 300-500 ms. en zonas posteriores. En consonancia con estudios previos esperamos encontrar una menor amplitud en el componente P3 en el grupo de adultos mayores en comparación con el grupo de adultos jóvenes. Asimismo, de acuerdo con estudios previos no esperamos encontrar una interacción Instrucción x Emoción en dicho componente (Hauswald, et al., 2010). En relación con la instrucción de olvidar, esperamos encontrar una mayor negatividad entre los 200-300 ms. asociada la instrucción de olvidar en zonas anteriores o bien una mayor positividad asociada también a la instrucción de olvidar a partir de los 500 ms. en zonas anteriores. Todo ello en el grupo de adultos jóvenes, ya que en el grupo de adultos mayores debido al déficit en los procesos inhibitorios no esperamos encontrar esos efectos.

2.2.1. Método

2.2.1.1. Participantes

En el estudio participaron 25 adultos jóvenes (80% mujeres, 20% hombres) y 21 adultos mayores (58% mujeres y 42% hombres). Sin embargo, se descartaron aquellos participantes que tuvieron un exceso de artefactos en su registro lo que dificultaba encontrar un número mínimo de ensayos válido para el análisis de potenciales.

Finalmente, se tuvieron en cuenta los datos de 20 adultos jóvenes (80% mujeres, 20% hombres) y 18 adultos mayores (60% mujeres y 40% hombres). Los adultos jóvenes eran en su mayoría estudiantes de la Universidad de Oviedo y tenían entre 18 y 30 años (M=22,00; D.T.= 2,52). Los adultos mayores procedían en su mayoría del programa para adultos mayores de la Universidad de Oviedo (PUMUO) y tenían entre 60-80 años (M= 65,7; D.T.= 9,68).

Todos los participantes presentaban una correcta visión y no presentaban problemas de salud importantes. A los adultos mayores se les realizó una evaluación cognitiva con las pruebas mencionadas en el experimento 1 (ver tabla 7). Hubo diferencias entre adultos jóvenes y adultos mayores en años de educación. Los adultos jóvenes (M=15,1, DT=0,2) tenían más años de educación que los adultos mayores (M=12,3, DT=2,8), $t=4,04$, $p \leq 0,001$.

	M	DT	RANGO
MMSE	29,6	0,62	28-30
GDS	6,6	5,62	0-9
VOCABULARIO	48,8	5,74	40-62
LISTA DE PALABRAS	29,0	4,72	23-40
CLAVE NÚMEROS	51,4	13,1	30-71
SIMBOLOS	25,7	7,02	11-41
RECUERDO DEMORADO	6,3	2,66	2-10
ÍNDICE DE INTERFERENCIA STROOP	-0,97	5,37	(-10,6) - 8,6
LETRAS Y NÚMEROS	8,6	1,62	6-11
DÍGITOS DIRECTO	7,8	1,48	5-10
DÍGITOS INVERSO	5,18	1,42	3-9
DÍGITOS TOTAL	12,9	2,6	9-19

Tabla 7. Medias (M), desviaciones típicas (DT) y rango en puntuaciones directas de la evaluación cognitiva realizada a los adultos mayores.

2.1.1.2. Diseño y materiales

Se utilizó un diseño intrasujeto de 2 (Instrucción: recordar vs olvidar) x 2 (emoción: neutro vs negativo), y como variable intersujeto el grupo (adultos jóvenes, adultos mayores). Se utilizaron las mismas imágenes que en el experimento 1.

2.1.1.3. Procedimiento

El participante fue sentado frente a un ordenador en una habitación tranquila y fue evaluado de forma individual.

El experimento estuvo compuesto por dos fases: la fase de estudio y la fase de prueba. La fase de estudio estuvo formada por 120 imágenes; la mitad fue seguida por la instrucción de recordar (R) y la otra mitad, por la instrucción de olvidar (O). Cada ensayo comenzaba con la posibilidad de parpadear (^ - ^) durante 1000 ms. Si los participantes necesitaran parpadear, podrían hacerlo en este momento. A continuación, se presentaba la imagen durante 2000 ms. Posteriormente aparecía la instrucción de memoria (RRR u OOO) durante 1000 ms. Se les pidió a los participantes que memorizaran las imágenes seguidas de la instrucción de recordar (RRR) y que olvidaran las imágenes seguidas de la instrucción de olvidar (OOO). Los ensayos fueron pseudoaleatorios con la restricción de no más de tres ensayos consecutivos con el mismo tipo de instrucción. Se presentó una prueba de detección visual "+" 1800 ms. después de la desaparición de cada instrucción de memoria. Elegimos este intervalo porque Fawcett y Taylor (2008) encontraron las máximas diferencias entre las instrucciones de memoria O-R en la detección de pruebas visuales en este momento. La prueba de detección visual apareció en la pantalla durante 500 ms. Cuando los participantes viesan la prueba de detección visual en la pantalla, tenían que presionar la

barra espaciadora lo antes posible. La prueba de detección apareció en el 80% de los ensayos que se distribuyeron proporcionalmente a través de las diferentes condiciones; en el 20% restante, la prueba de detección no apareció para evitar que los participantes se habituaran. Se crearon cinco conjuntos de cada versión del experimento para que todas las imágenes pasaran por la condición en la que se presentaba la prueba de detección visual y la condición en la que no se presentaba. El estudio comenzó con cinco ensayos de prueba para confirmar que el participante había entendido la tarea experimental. Una vez que las pruebas se realizaron correctamente, comenzó la tarea experimental. Las imágenes se presentaron en tres bloques de 40. Hubo una pequeña pausa de 10 segundos entre cada bloque. Después de la fase de estudio, los participantes realizaron una tarea de distracción durante 5 minutos en la que tenían que contar hacia atrás de 3 en 3 desde cien, hacia delante de 4 en 4 y así sucesivamente hasta completar el tiempo establecido.

En la fase de prueba se presentaron 240 imágenes, de las cuales 120 se habían presentado anteriormente en la fase de estudio y otras 120 eran nuevas. Los participantes debían emitir un juicio de viejo/nuevo. En un primer momento aparecía el símbolo ^-^ durante 1000 ms. Luego aparecía la imagen durante 500 ms. y a continuación una pantalla en negro durante 2000 ms. Los participantes debían pulsar la tecla M si creían que la imagen se había presentado previamente, con independencia de que fuese de olvidar o de recordar, o la tecla Z si creían que era nueva. Cada 40 ensayos había un descanso de 10 segundos y para continuar debían presionar la barra espaciadora. Se les indicó que respondieran de la manera más rápida y precisa posible (ver figura 16).

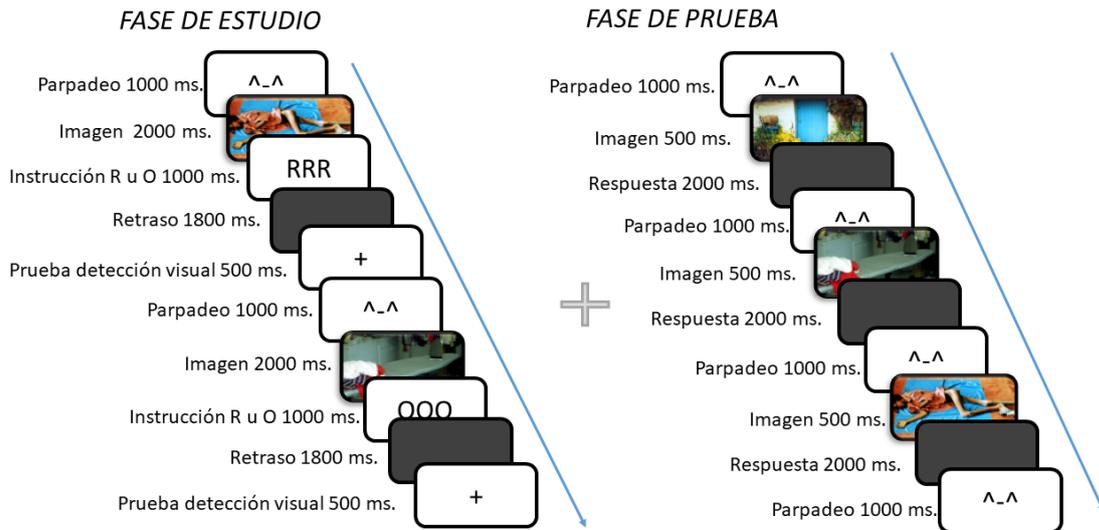


Figura 16. Esquema del procedimiento. A la derecha diferentes ensayos de la fase de estudio, a la izquierda diferentes ensayos de la fase de prueba.

2.1.1.4. Registro electroencefalográfico

Se llevó a cabo el mismo registro que en el experimento 1.

2.1.1.5. Análisis de datos

i) Datos conductuales

En la prueba de reconocimiento los aciertos, las falsas alarmas y los TRs se analizaron mediante un ANOVA de medidas repetidas con factores intrasujeto la emoción (negativa, neutra) y la instrucción (R, O) y como factor intersujeto el grupo (adultos jóvenes, adultos mayores).

En la prueba de detección visual los TRs se analizaron mediante un ANOVA de medidas repetidas con factores intrasujeto la emoción (negativa, neutra) y la instrucción (R, O) y como factor intersujeto el grupo (adultos jóvenes, adultos mayores).

ii) Datos electrofisiológicos

De los 37 electrodos que componen el montaje inicial (ver figura 2) se seleccionaron dos grupos de electrodos obteniéndose las amplitudes medias en ambos grupos: un grupo situado en la zona anterior (F1/2, F5/6, F7/8, Fz), y otro grupo situado en la parte posterior (P1/2, P5/6, P7/8, Pz). Se realizó esta selección de electrodos para comparar los resultados con los obtenidos en otros estudios en los que se utilizaron electrodos ubicados en localizaciones similares (véase Yang et al., 2012; Gallant y Dyson, 2016). Se calcularon las amplitudes medias en función de la caudalidad y de la lateralidad: anterior izquierdo (F7, F5), anterior medial (F1/2, Fz), anterior derecho (F8, F6), posterior izquierdo (P7, P5), posterior medial (P1/2, Pz) y posterior derecho (P8, P6).

Los datos electrofisiológicos se analizaron mediante un ANOVA de medidas repetidas con factores intrasujeto: emoción (negativo, neutro), instrucción (R u O), lateralidad (izquierdo, medial, derecho) y caudalidad (anterior, posterior). Como factor intersujeto se incluyó el grupo (adultos jóvenes, adultos mayores).

También se calcularon las correlaciones de Pearson entre las amplitudes medias de los P.E. en la fase de estudio y el reconocimiento posterior para analizar su significado funcional.

Los datos estadísticos se ajustaron con la corrección de Greenhouse-Geisser cuando fue necesario. Además, se utilizó el método de corrección Bonferroni cuando se realizaron comparaciones múltiples. Tanto para el análisis de los datos conductuales como electrofisiológicos se utilizó IBM SPSS 24.

- Presentación de la imagen

Tras la inspección visual de los P.E. y teniendo en cuenta estudios previos (Hauswald et al., 2010; Yang et al., 2012) se seleccionaron para los análisis las ventanas temporales de 100-300, 300-500 y 500-900 ms.

Los datos electrofisiológicos se analizaron mediante un ANOVA de medidas repetidas con factores intrasujeto: emoción (negativo, neutro), lateralidad (izquierdo, medial, derecho) y caudalidad (anterior, posterior). Como factor intersujeto se incluyó el grupo (adultos jóvenes, adultos mayores). La media de ensayos válidos para las imágenes neutras y negativas fue 43,1 (D.T.= 8,7; rango 32-60) y 43,2 (D.T.= 9,4; rango 31-60) respectivamente. No se encontraron diferencias significativas en la media de ensayos válidos a través de las condiciones.

- Presentación de la instrucción

Tras la inspección visual de los P.E. y teniendo en cuenta estudios previos (Hauswald et al., 2010; Yang et al., 2012) se escogieron cinco segmentos temporales: 100-200, 200-400, 300-400, 500-700 y 700-900 ms.

Los datos electrofisiológicos se analizaron mediante un ANOVA de medidas repetidas con factores intrasujeto: emoción (negativo, neutro), instrucción (R u O), lateralidad (izquierdo, medial, derecho) y caudalidad (anterior, posterior). Como factor

intersujeto se incluyó el grupo (adultos jóvenes, adultos mayores). La media de ensayos válidos para las imágenes negativas de la categoría de olvidar y de la categoría de recordar fue 21,4 (D.T.= 5,1; rango 16-30) y 21,4 (D.T.= 6,1; rango 17-30) respectivamente. La media de ensayos válidos para las imágenes neutras de la categoría de olvidar y de la categoría de recordar fue 21,3 (D.T.= 5,8; rango 17-30) y 21,6 (D.T.= 5,8; rango 18-30) respectivamente. No se encontraron diferencias significativas en la media de ensayos válidos a través de las condiciones.

- . Presentación de la prueba de detección visual

Tras la inspección visual de los P.E. se escogieron dos segmentos temporales: 250-350, 350-550 ms.

Los datos electrofisiológicos se analizaron mediante un ANOVA de medidas repetidas con factores intrasujeto: emoción (negativo, neutro), instrucción (R u O), lateralidad (izquierdo, medial, derecho) y caudalidad (anterior, posterior). Como factor intersujeto se incluyó el grupo (adultos jóvenes, adultos mayores). La media de ensayos válidos para las pruebas de detección visual asociadas a la instrucción de olvidar y de recordar imágenes negativas fue 17,6 (DT= 3,8; rango 14-24) y 17,1 (DT= 3,5; rango 14-24) respectivamente. La media de ensayos válidos para las pruebas de detección visual asociadas a la instrucción de olvidar y de recordar imágenes neutras fue 17,6 (DT= 3,6; rango 14-24) y 17,3 (DT= 3,6; rango 14-24) respectivamente. No se encontraron diferencias significativas en la media de ensayos válidos a través de las condiciones.

2.2.2. Resultados

2.2.2.1. Conductuales

i) Prueba de detección visual

Los resultados obtenidos en la prueba de detección visual se muestran en la tabla 8. Para el análisis se consideraron las respuestas ejecutadas entre los 100 y 1500 ms. tras la aparición del estímulo. Todas las demás respuestas fueron consideradas errores. El porcentaje de respuestas correctas fue 98.7% (DT= 0,01), éste no difirió en función de la instrucción ni de la emoción, ni interaccionaron esos dos factores. El porcentaje de falsas alarmas fue 0.98 % (DT= 0,09). La media de TRs de la prueba de detección visual de los ensayos correctos fueron analizados con un ANOVA mixto 2 (emoción: neutro, negativo) x 2 (instrucción: R, O) y como factor intersujeto se introdujo el grupo (adultos jóvenes, adultos mayores). Los análisis reflejaron una interacción Instrucción x Grupo [F(1,33)= 20,13; $p \leq 0,001$; $\eta^2_p = 0,38$]. Los análisis de efectos simples mostraron que los TRs ante la prueba de detección visual precedida de la instrucción de olvidar fueron mayores que los TRs ante la prueba de detección visual precedida de la instrucción de recordar en el grupo de adultos jóvenes ($p=0,002$). En el grupo de adultos mayores, sin embargo, los TRs ante la prueba de detección visual precedida de la instrucción de recordar fueron mayores que los TRs ante la prueba de detección visual precedida de la instrucción de olvidar ($p=0,005$). Se obtuvo un efecto principal del grupo, los adultos mayores tuvieron mayores TRs que los adultos jóvenes [F(1,33)= 21,6; $p \leq 0,001$; $\eta^2_p = 0,4$]. No se encontraron efectos de la emoción en interacción con la instrucción o el grupo (ver tabla 8).

ii) Prueba de reconocimiento

Los resultados conductuales obtenidos en la prueba de reconocimiento se muestran en la tabla 8. Los aciertos para las imágenes de la categoría de recordar y para las imágenes de la categoría de olvidar se introdujeron en un ANOVA mixto 2 (emoción: neutro, negativo) x 2 (instrucción: R, O) y como factor intersujeto se introdujo el grupo (adultos jóvenes, adultos mayores). Los resultados revelaron un efecto principal de instrucción [$F(1,33)= 9,03$; $p=0,005$; $\eta^2_p = 0,21$], indicando que los aciertos fueron mayores para las imágenes de la categoría de recordar que para las imágenes de la categoría de olvidar. Asimismo, se obtuvo un efecto del grupo, el grupo de adultos jóvenes tuvo más aciertos que el grupo de adultos mayores [$F(1,33)= 13,05$; $p=0,001$; $\eta^2_p = 0,28$]. No se encontró efecto de la emoción ni interacciones significativas con la emoción ni con el grupo.

Con respecto al rendimiento general de la prueba de reconocimiento, se tuvieron en cuenta las imágenes viejas (imágenes de la categoría de recordar y de la categoría de olvidar) y las imágenes nuevas. Un ANOVA mixto 2 (emoción: neutro, negativo) x 2 (grupo: adultos jóvenes y adultos mayores) en las falsas alarmas reveló un efecto principal de la emoción [$F(1,33)= 82,9$; $p\leq 0,001$; $\eta^2_p = 0,71$] en el que se observaron más falsas alarmas para imágenes negativas que para imágenes neutras. Asimismo, se encontró una interacción emoción x grupo [$F(1,33)= 6,7$; $p=0,014$; $\eta^2_p = 0,17$]. Análisis de efectos simples reflejaron que tanto adultos jóvenes ($p\leq 0,001$) como adultos mayores ($p\leq 0,001$) cometieron más falsas alarmas ante imágenes negativas que neutras. Además, los adultos mayores cometieron más falsas alarmas ante imágenes neutras ($p=0,017$) y negativas ($p=0,002$) que los adultos jóvenes. Asimismo, los adultos mayores cometieron más falsas alarmas que los adultos jóvenes [$F(1,33)= 10,6$; $p=0,003$; $\eta^2_p = 0,24$]. Para tener una medida general de la sensibilidad en el reconocimiento y del sesgo de respuesta se calcularon los valores de A' (Snodgrass, Levy-Berger y Haydon, 1985) y

B''_D (Donaldson, 1992) para cada categoría de emoción. Se utilizaron estos parámetros dado que los sujetos tienen tasas de aciertos y de falsas alarmas cercanas a 1 o 0. Cuando la sensibilidad en el reconocimiento (A') se analizó, un ANOVA mixto 2 (emoción: neutro, negativo) x 2 (grupo: adultos jóvenes y adultos mayores) reveló un efecto principal de la emoción [$F(1,33)= 13,18$; $p=0,001$; $\eta^2_p = 0,28$]. Los análisis reflejaron una mayor discriminación para imágenes neutras ($M= 0,91$; $DT=0,01$) que para negativas ($M= 0,88$; $DT=0,01$). También hubo un efecto principal del grupo, los adultos jóvenes ($M= 0,94$; $DT=0,01$) tuvieron una mayor discriminación general que los adultos mayores ($M= 0,8$; $DT=0,01$) [$F(1,33)= 16,8$; $p\leq 0,001$; $\eta^2_p = 0,34$]. Con respecto al sesgo de respuesta (B''_D) se llevó a cabo un ANOVA de medidas repetidas de 2 (emoción: neutro, negativo) x 2 (grupo: adultos jóvenes y adultos mayores) reveló un efecto principal de la emoción [$F(1,63)= 28,3$; $p\leq 0,001$; $\eta^2_p = 0,46$] donde el sesgo de respuesta fue más liberal para las imágenes negativas ($M= -0,08$; $DT= 0,08$) que para las imágenes neutras ($M= 0,38$; $DT= 0,08$). No hubo más efectos ni interacciones significativas.

Con relación a los TRs, se llevó a cabo un ANOVA mixto con los TRs de las respuestas correctas. Se incluyó como variables intrasujeto la emoción (neutro, negativo) y la instrucción (R, O) y como factor intersujeto se introdujo el grupo (adultos jóvenes, adultos mayores). Los análisis reflejaron un efecto de la instrucción [$F(1,33)= 5,61$; $p=0,024$; $\eta^2_p = 0,14$], donde los TRs de las imágenes de la categoría de olvidar fueron mayores que los TRs de las imágenes de la categoría de recordar. Además hubo un efecto de la emoción [$F(1,33)= 16,68$; $p\leq 0,001$; $\eta^2_p = 0,34$], donde los TRs de las imágenes negativas fueron mayores que los TRs de las imágenes neutras. Asimismo, los adultos mayores tuvieron mayores TRs que los adultos jóvenes [$F(1,33)= 4,22$; $p=0,048$; $\eta^2_p = 0,11$]. No hubo interacciones significativas.

	<i>Adultos jóvenes</i>		<i>Adultos mayores</i>	
	Neutro	Negativo	Neutro	Negativo
PRUEBA DE DETECCIÓN VISUAL				
<i>Tiempos de reacción</i>				
Post-R	522 (82)	507 (69)	703 (127)	695 (129)
Post-O	543 (89)	529 (79)	682 (138)	675 (126)
PRUEBA DE RECONOCIMIENTO				
<i>Aciertos</i>				
Recordar	0,91 (0,08)	0,9 (0,09)	0,76 (0,16)	0,81 (0,1)
Olvidar	0,85 (0,10)	0,86 (0,12)	0,74 (0,16)	0,75 (0,14)
Falsas Alarmas	0,06 (0,02)	0,13 (0,03)	0,12 (0,02)	0,26 (0,03)
Viejas	0,88 (0,09)	0,88 (0,10)	0,75 (0,15)	0,78 (0,10)
<i>Tiempos de reacción</i>				
Recordar	796 (130)	822 (121)	862 (93)	900 (98)
Olvidar	824 (195)	835 (107)	880 (182)	910 (93)
Nuevas	865 (108)	919 (102)	930 (75)	1000 (84)

Tabla 8. En la parte superior TRs medios en la prueba de detección visual en la fase de estudio. Posteriormente, proporciones medias de las imágenes de recordar y olvidar reconocidas como viejas, así como las falsas alarmas. TRs medios para las respuestas correctas a las imágenes de recordar y olvidar, así como a las imágenes nuevas en la prueba de reconocimiento. Nota: Desviaciones típicas entre paréntesis.

Aunando el rendimiento en la prueba de reconocimiento de los experimentos 1 y 2 se calcularon las correlaciones entre el rendimiento obtenido en las pruebas utilizadas en la evaluación cognitiva y el obtenido en la tarea de reconocimiento. Las correlaciones significativas aparecen en las tablas 9 y 10. Como se observa en la tabla 9, la edad correlacionó con muchas de las variables de interés y por lo tanto se realizó un nuevo análisis de correlación parcial controlando la edad (tabla 10).

	NEU.REC	NEU.OLV	NEG.REC	NEG.OLV	F.A. NEU	F.A. NEG	A´NEUTRAS	A´ NEG.
EDAD		- 0,37*			0,44**	0,45**	-0,45**	-0,38*
AÑOS ESTUDIO								
SÍMBOLOS	0,5**	0,44**			-0,46**	-0,54**	0,54**	0,57**
LyN	0,34*	0,41*		0,31 (p=0,06)	-0,32 (p=0,06)	-0,34*	0,4*	0,5**
STROOP								
LISTA PALABRAS	0,29 (p=0,08)	0,37*						

Tabla 9. NEU.REC. Imágenes neutras de la categoría de recordar; NEU.OLV: Imágenes neutras de la categoría de olvidar; NEG.REC: Imágenes negativas de la categoría de recordar; NEG.OLV: Imágenes negativas de la categoría de olvidar. F.A. NEU: Falsas alarmas cometidas ante las imágenes neutras; F.A. NEG: Falsas alarmas cometidas ante las imágenes negativas; A´ NEUTRAS: Índice de discriminación de las imágenes neutras; A´ NEG.: Índice de discriminación de las imágenes negativas. LyN: Prueba de letras y números.

	NEU.REC	NEU.OLV	NEG.REC	NEG.OLV	F.A. NEU	F.A. NEG	A´NEUTRAS	A´ NEG.
SÍMBOLOS	0,45**	0,34*			-0,34*	-0,43**	0,44**	0,49**
LyN	0,33*	0,4**		0,32 (p=0,07)	-0,3 (p=0,09)	-0,32 (p=0,07)	0,39*	0,5**

Tabla 10. NEU.REC. Imágenes neutras de la categoría de recordar; NEU.OLV: Imágenes neutras de la categoría de olvidar; NEG.REC: Imágenes negativas de la categoría de recordar; NEG.OLV: Imágenes negativas de la categoría de olvidar. F.A. NEU: Falsas alarmas cometidas ante las imágenes neutras; F.A. NEG: Falsas alarmas cometidas ante las imágenes negativas; A´ NEUTRAS: Índice de discriminación de las imágenes neutras; A´ NEG.: Índice de discriminación de las imágenes negativas; LyN: Prueba de letras y números.

2.2.2.2. Electrofisiológicos

i) *Análisis del estímulo*

En la figura 17 aparecen los GP asociados a las imágenes negativas y neutras. Además, en la figura 18 aparecen los mapas de las diferencias entre las imágenes negativas y neutras.

En el periodo 100-300 ms. se obtuvo una interacción Emoción x Lateralidad [$F(1,81, 59,7)=5,12$; $p=0,01$; $\eta^2_p = 0,13$]. Análisis de efectos simples reflejaron una mayor positividad asociada a las imágenes negativas que a las neutras en electrodos del hemisferio derecho ($p=0,05$).

A continuación, en el periodo 300-500 ms. se encontró un efecto de la Emoción [$F(1,33)=9,21$; $p=0,005$; $\eta^2_p = 0,22$] que se mantuvo hasta los 900 ms [$F(1,33)=6,96$; $p=0,013$; $\eta^2_p = 0,17$] donde las imágenes negativas elicitaron una mayor positividad que las neutras. Además se encontró una interacción Emoción x Grupo [$F(1,33)=3,69$; $p=0,06$; $\eta^2_p = 0,1$] que también se mantuvo hasta los 900 ms [$F(1,33)=6,26$; $p=0,017$; $\eta^2_p = 0,16$] donde las imágenes negativas evocaron una mayor positividad que las neutras en el grupo de adultos mayores ($p=0,002$). Se obtuvo una interacción Emoción x Lateralidad [$F(1,91, 62,9)=4,81$; $p=0,012$; $\eta^2_p = 0,13$] que se prolongó hasta los 900 ms [$F(1,76, 58,1)=8,17$; $p=0,001$; $\eta^2_p = 0,2$]. Análisis de efectos simples reflejaron una mayor positividad asociada a las imágenes negativas que a las neutras en electrodos de la línea media ($p=0,002$) y del hemisferio derecho ($p=0,005$). Asimismo, en el periodo 300-500 ms. se obtuvo una interacción Emoción x Caudalidad [$F(1,33)=30,05$; $p\leq 0,001$; $\eta^2_p = 0,48$] donde las imágenes negativas elicitaron una mayor positividad que las imágenes neutras en electrodos posteriores ($p\leq 0,001$). Por último, se encontró una

interacción Emoción x Lateralidad x Grupo [$F(1,91, 62,9)=2,75$; $p=0,07$; $\eta^2_p = 0,08$; Figura 19] donde las imágenes negativas elicitaron una mayor positividad que las neutras en el grupo de adultos mayores en electrodos situados en la línea media ($p=0,004$) y en el hemisferio derecho ($p\leq 0,001$). Por último, en el periodo 500-900 ms. se obtuvo una interacción Emoción x Lateralidad x Caudalidad [$F(1,43, 47,1)=8,5$; $p=0,02$; $\eta^2_p = 0,2$] Análisis de efectos simples reflejaron una mayor positividad asociada a las imágenes negativas en electrodos anteriores ($p=0,007$) y mediales ($p=0,008$), y en electrodos posteriores izquierdos ($p=0,004$), electrodos situados en la línea media ($p=0,004$) y electrodos del hemisferio derecho ($p=0,011$). No se encontraron más efectos ni interacciones significativas.

Análisis correlacional

En las tablas 11 y 12 aparecen las correlaciones significativas en los diferentes periodos analizados entre los P.E. asociados a los dos tipos de imágenes en la fase de estudio y el rendimiento posterior en la prueba de reconocimiento.

	JÓVENES			
	NEUTRAS		NEGATIVAS	
	100-300	300-500	100-300	300-500
RCNTO ITEMS RECORDAR				
RCNTO ITEMS OLVIDAR		0,46* P.M.	-0,48* A.M.	

Tabla 11. Rcnto: Reconocimiento. A.I.: Anterior Izquierdo; A.M.: Anterior Medial; A.D.: Anterior Derecho; P.I.: Posterior Izquierdo; P.M.: Posterior Medial; P.D.: Posterior Derecho. * $p<0,05$, ** $p<0,01$, *** $p<0,001$.

	MAYORES			
	NEUTRAS		NEGATIVAS	
	100-300	300-500	100-300	300-500
RCNTO ITEMS RECORDAR			0,49*	P.I.
RCNTO ITEMS OLVIDAR				

Tabla 12. Rccto: Reconocimiento. A.I.: Anterior Izquierdo; A.M.: Anterior Medial; A.D.: Anterior Derecho; P.I.: Posterior Izquierdo; P.M.: Posterior Medial; P.D.: Posterior Derecho. * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$.

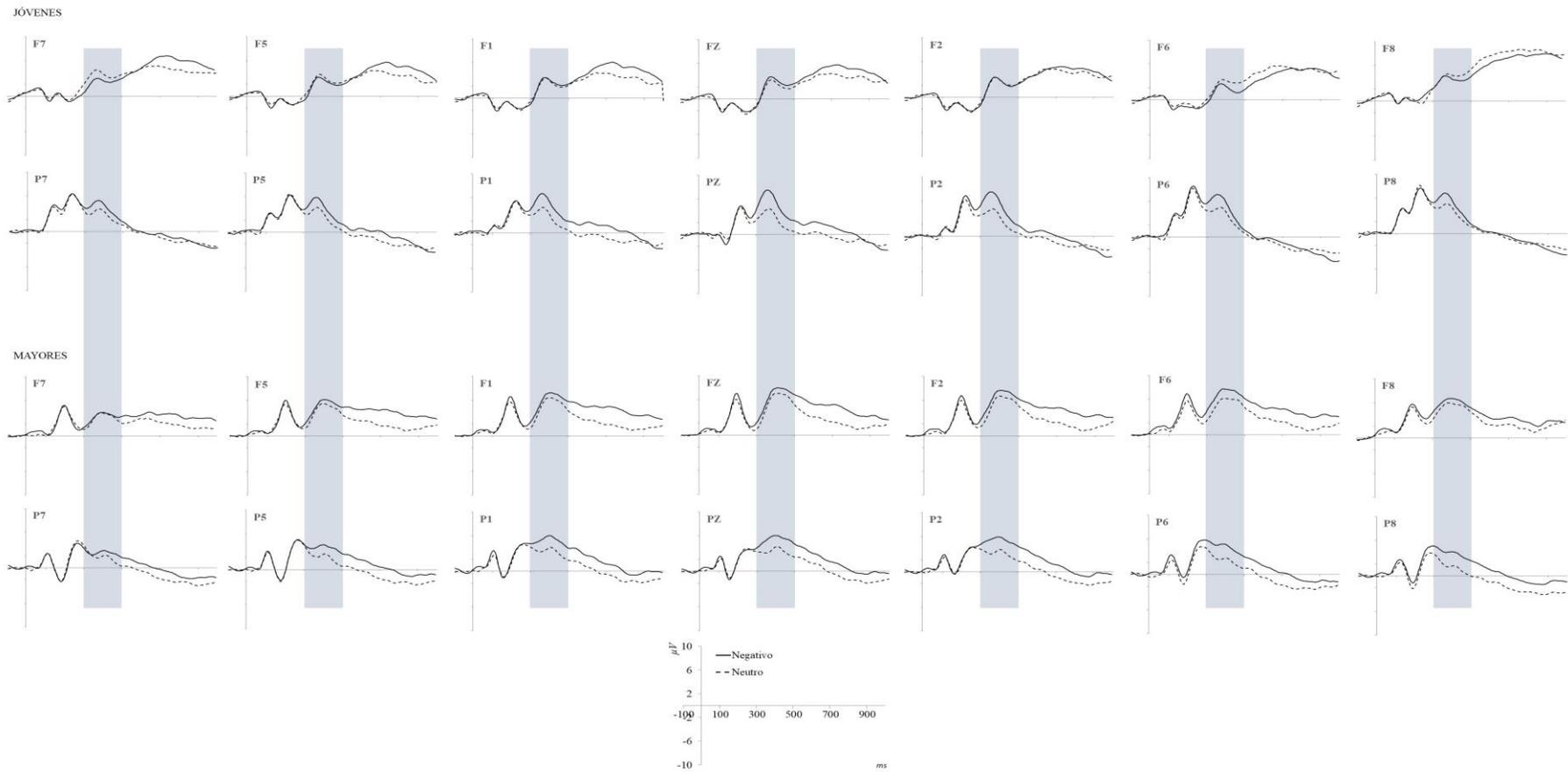


Figura 17 Grandes promedios de las imágenes negativas y neutras en el grupo de adultos jóvenes y de adultos mayores. La zona sombreada se corresponde con el periodo 300-500 ms.

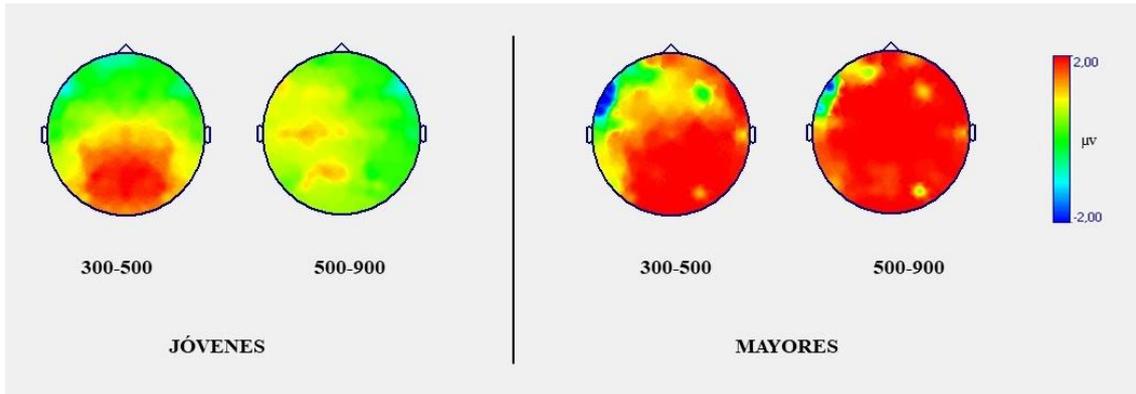


Figura 18. Mapa de las diferencias entre las imágenes negativas y neutras en el grupo de adultos jóvenes y adultos mayores entre los 300-500 y 500-900 ms. Los mapas topográficos se han realizado teniendo en cuenta el montaje total de 37 electrodos.

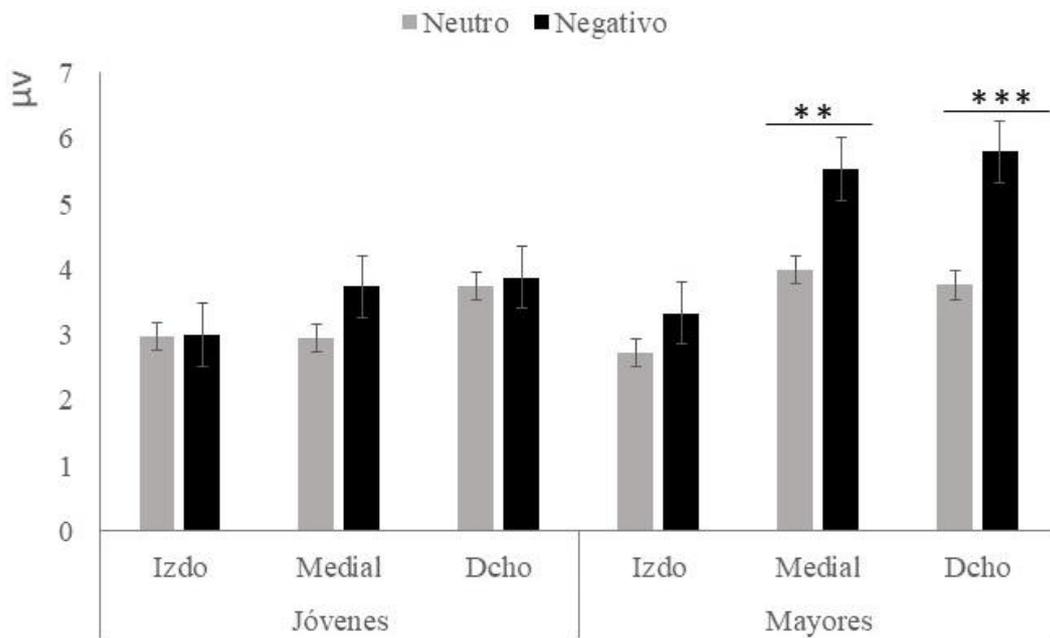


Figura 19. Amplitudes medias relacionadas con la imagen en el periodo 300-500 ms. Las barras representan los microvoltios evocados por las imágenes negativas y neutras en relación con la lateralidad. ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

ii) *Análisis de la instrucción*

En las figuras 20, 21, 22 y 23 aparecen los GP asociados a la instrucción de olvidar y de recordar en imágenes negativas y neutras. Además, en las figuras 24 y 25 aparecen los mapas de las diferencias entre la instrucción de recordar y la instrucción de olvidar en las imágenes negativas y neutras.

En el periodo 100-200 ms. se encontró una interacción marginal Instrucción x Caudalidad [$F(1,33)=3,45$; $p=0,07$; $\eta^2_p = 0,09$] donde la instrucción de olvidar evocó mayor positividad que la instrucción de recordar en electrodos posteriores ($p=0,06$). Se obtuvo una interacción Instrucción x Emoción x Caudalidad [$F(1,33)=9,58$; $p=0,004$; $\eta^2_p = 0,22$; Figura 26], donde los análisis de efectos simples reflejaron una mayor positividad asociada a la instrucción de olvidar que a la instrucción de recordar en estímulos neutros en electrodos posteriores ($p=0,01$). Se encontró una interacción Instrucción x Lateralidad x Caudalidad [$F(1,84, 60,7)=4,05$; $p=0,025$; $\eta^2_p = 0,11$]. Los análisis de efectos simples mostraron una mayor positividad asociada a la instrucción de olvidar que a la de recordar en electrodos posteriores del hemisferio izquierdo ($p=0,029$). Asimismo, se encontró una interacción Instrucción x Emoción x Lateralidad x Caudalidad [$F(1,97, 65,05)=3,4$; $p=0,04$; $\eta^2_p = 0,09$]. Los análisis de efectos simples mostraron una mayor positividad asociada a la instrucción de olvidar que a la de recordar en electrodos posteriores del hemisferio izquierdo ($p=0,016$), en electrodos situados en la línea media ($p=0,028$) y en electrodos del hemisferio derecho ($p=0,04$) en las imágenes neutras, y en electrodos anteriores del hemisferio derecho ($p=0,04$) en las imágenes negativas. Por último, se encontró una interacción marginal Instrucción x Lateralidad x Caudalidad x Grupo [$F(1,84, 60,7)=2,5$; $p=0,09$; $\eta^2_p = 0,07$; Figura 27]. Los análisis de efectos simples reflejaron una mayor positividad asociada a la

instrucción de olvidar en electrodos posteriores del hemisferio izquierdo ($p=0,02$) y del hemisferio derecho ($p=0,02$), en el grupo de adultos jóvenes. En el grupo de adultos mayores no se encontró este efecto.

A continuación, en el periodo 200-400 ms. hubo un efecto principal de Instrucción [$F(1,33)=4,28$; $p=0,046$; $\eta^2_p=0,11$] donde la instrucción de recordar evocó mayor positividad que la instrucción de olvidar. Asimismo, se obtuvo una interacción marginal Instrucción x Emoción x Caudalidad [$F(1,33)=3,73$; $p=0,06$; $\eta^2_p=0,1$; Figura 28], donde la instrucción de recordar evocó mayor positividad que la instrucción de olvidar en electrodos anteriores en imágenes neutras ($p=0,04$), sin embargo, la instrucción de recordar evocó mayor positividad que la instrucción de olvidar en electrodos posteriores en imágenes negativas ($p=0,07$), aunque estas diferencias fueron marginales.

También se analizó el periodo 300-400 ms. ya que podría proporcionar más información de los componentes que se encuentran dentro del anterior periodo. En el periodo 300-400 ms, hubo un efecto principal de Instrucción [$F(1,33)=5,19$; $p=0,029$; $\eta^2_p = 0,014$] donde la instrucción de recordar evocó mayor positividad que la instrucción de olvidar. Asimismo, se encontró una interacción marginal Instrucción x Lateralidad [$F(1,84, 60,7)=2,53$; $p=0,09$; $\eta^2_p=0,07$; Figura 29], donde la instrucción de recordar evocó mayor positividad que la instrucción de olvidar en electrodos del hemisferio izquierdo ($p=0,012$) y en electrodos situados en la línea media ($p=0,04$).

En el periodo 500-700 ms. hubo una interacción Instrucción x Emoción x Caudalidad x Lateralidad x Grupo [$F(1,4, 46,19)=3,58$; $p=0,05$; $\eta^2_p=0,098$] donde la instrucción de olvidar evocó una mayor positividad que la instrucción de recordar en imágenes negativas en electrodos anteriores del hemisferio derecho ($p=0,09$) en el

grupo de adultos jóvenes, aunque las diferencias fueron marginales. No hubo ningún efecto en el grupo de mayores.

Por último, en el periodo 700-900 ms. hubo una interacción Instrucción x Emoción x Caudalidad [F(1,33)=4,34; p=0,045; $\eta^2_p=0,12$]. Análisis de efectos simples no mostraron diferencias significativas entre las dos instrucciones en una misma caudalidad, si no cómo cambia la instrucción en función de la caudalidad. En este sentido, la instrucción de recordar evocó más positividad en electrodos anteriores que posteriores en imágenes neutras (p=0,031).

Análisis correlacional

En las tablas 13 y 14 aparecen las correlaciones significativas en los diferentes periodos analizados entre los P.E. asociados a las instrucciones de memoria en la fase de estudio y el rendimiento posterior en la prueba de reconocimiento.

	JÓVENES			
	NEUTRAS		NEGATIVAS	
	RCNTO -R	RCNTO-O	RCNTO-R	RCNTO-O
700-900				
INSTRUCCIÓN RECORDAR				
Imágenes neutras	-0,5* A.I.			
		-0,6** P.I.		
Imágenes negativas				
INSTRUCCIÓN OLVIDAR				
Imágenes neutras			-0,6** A.D.	
Imágenes negativas				

Tabla 13. Rcnto-R: Reconocimiento de las imágenes de la categoría de recordar; Rcnto-O: Reconocimiento de las imágenes de la categoría de olvidar. A.I.: Anterior Izquierdo; A.M.: Anterior Medial; A.D.: Anterior Derecho; P.I.: Posterior Izquierdo; P.M.: Posterior Medial; P.D.: Posterior Derecho. * p<0,05; **p<0,01.

		MAYORES	
		NEUTRAS	NEGATIVAS
		RCNTO -R	RCNTO-O
		RCNTO-R	RCNTO-O
200-400			
INSTRUCCIÓN RECORDAR			
Imágenes neutras			
			0,84***
			A.I. 0,59**
Imágenes negativas			A.M.
			0,65** A.D
			0,54* P.M.
INSTRUCCIÓN OLVIDAR			
		0,48* A.D.	
		0,62** P.I	
Imágenes neutras		0,71*** P.M.	
		0,57** P.D.	
			0,54* A.I.
Imágenes negativas			0,58**
			A.M.
			0,61** A.D.
300-400			
INSTRUCCIÓN RECORDAR			
Imágenes neutras			
			0,52* A.I.
Imágenes negativas			0,49 A.M.
			0,61**
			P.M.
INSTRUCCIÓN OLVIDAR			
		0,55* P.I	
Imágenes neutras		0,65** P.M.	
		0,56** P.D.	
			0,61** A.I.
Imágenes negativas			0,52** A.D.
			0,54* P.M.
500-700			
INSTRUCCIÓN RECORDAR			
Imágenes neutras			
			0,5* A.I.
Imágenes negativas			0,46* A.D.
INSTRUCCIÓN OLVIDAR			
		0,51* P.I.	
Imágenes neutras		0,52* P.M.	
		0,5* P.D.	
Imágenes negativas			0,48* A.D.

	MAYORES			
	NEUTRAS		NEGATIVAS	
	RCNTO -R	RCNTO-O	RCNTO-R	RCNTO-O
700-900				
INSTRUCCIÓN RECORDAR				
Imágenes neutras				
Imágenes negativas				
INSTRUCCIÓN OLVIDAR				
Imágenes neutras		0,5* P.I. 0,57** P.M. 0,49* P.D.		
Imágenes negativas				

Tabla 14. Rcnto-R: Reconocimiento de las imágenes de la categoría de recordar; Rcnto-O: Reconocimiento de las imágenes de la categoría de olvidar. A.I.: Anterior Izquierdo; A.M.: Anterior Medial; A.D.: Anterior Derecho; P.I.: Posterior Izquierdo; P.M.: Posterior Medial; P.D.: Posterior Derecho *p<0,05; **p<0,01; *** p<0,001.

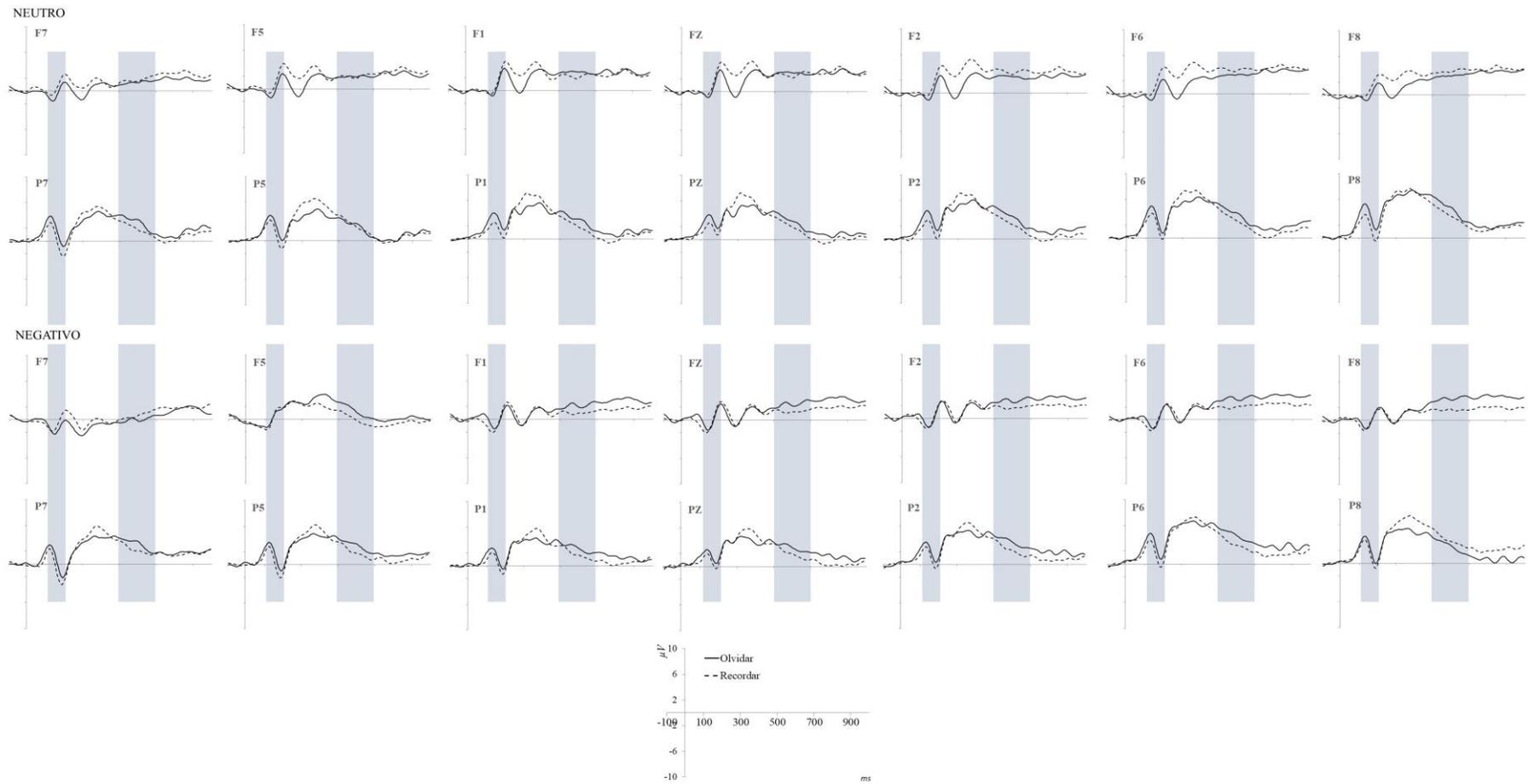


Figura 20. Grandes promedios asociados a la instrucción de olvidar y de recordar en imágenes negativas y neutras en el grupo de adultos jóvenes. Las zonas sombreadas se corresponden con los periodos 100-200 y 500-700 ms.

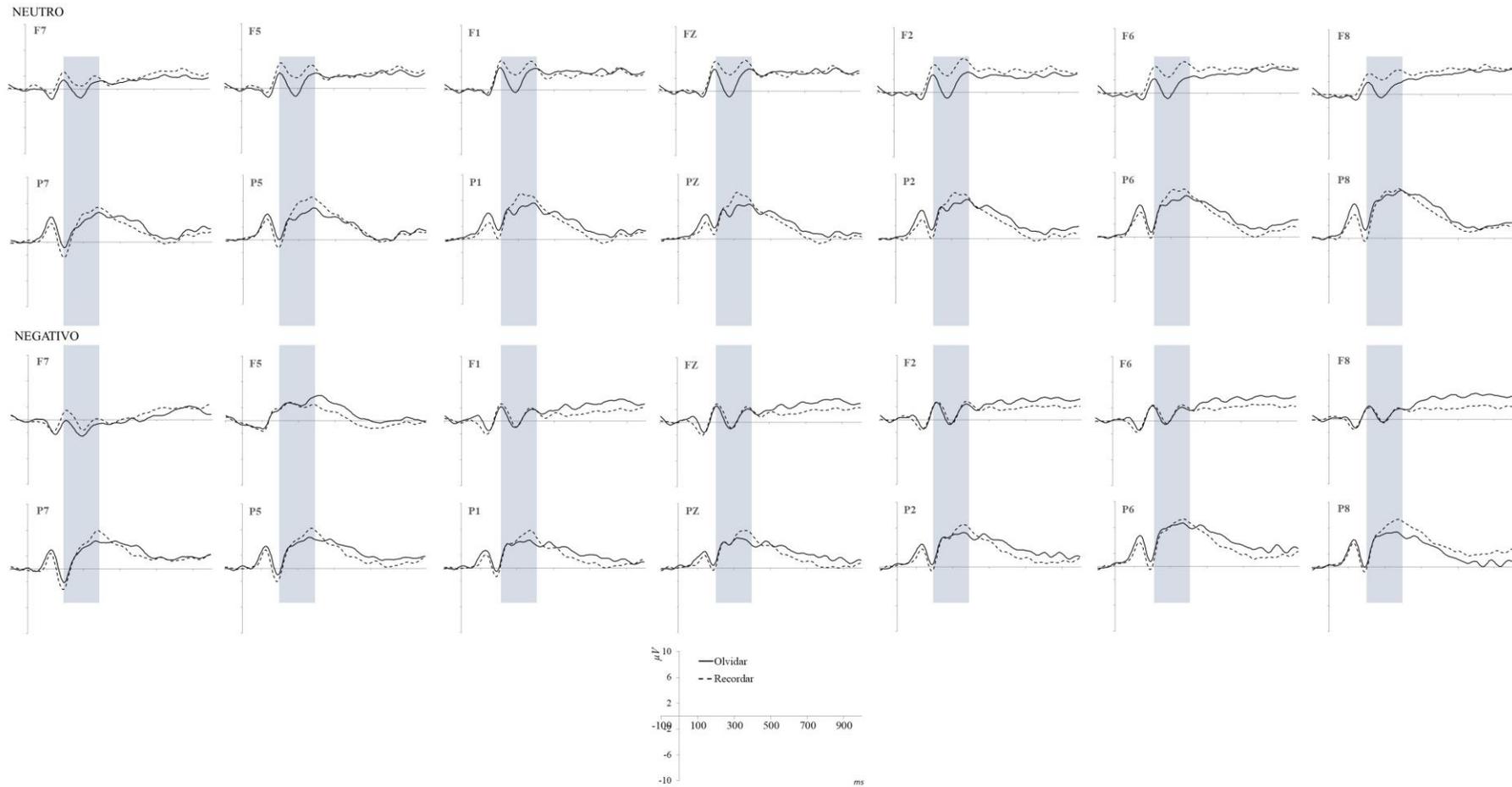


Figura 21. Grandes promedios asociados a la instrucción de olvidar y de recordar en imágenes negativas y neutras en el grupo de adultos jóvenes. La zona sombreada corresponde al periodo 200-400 ms.

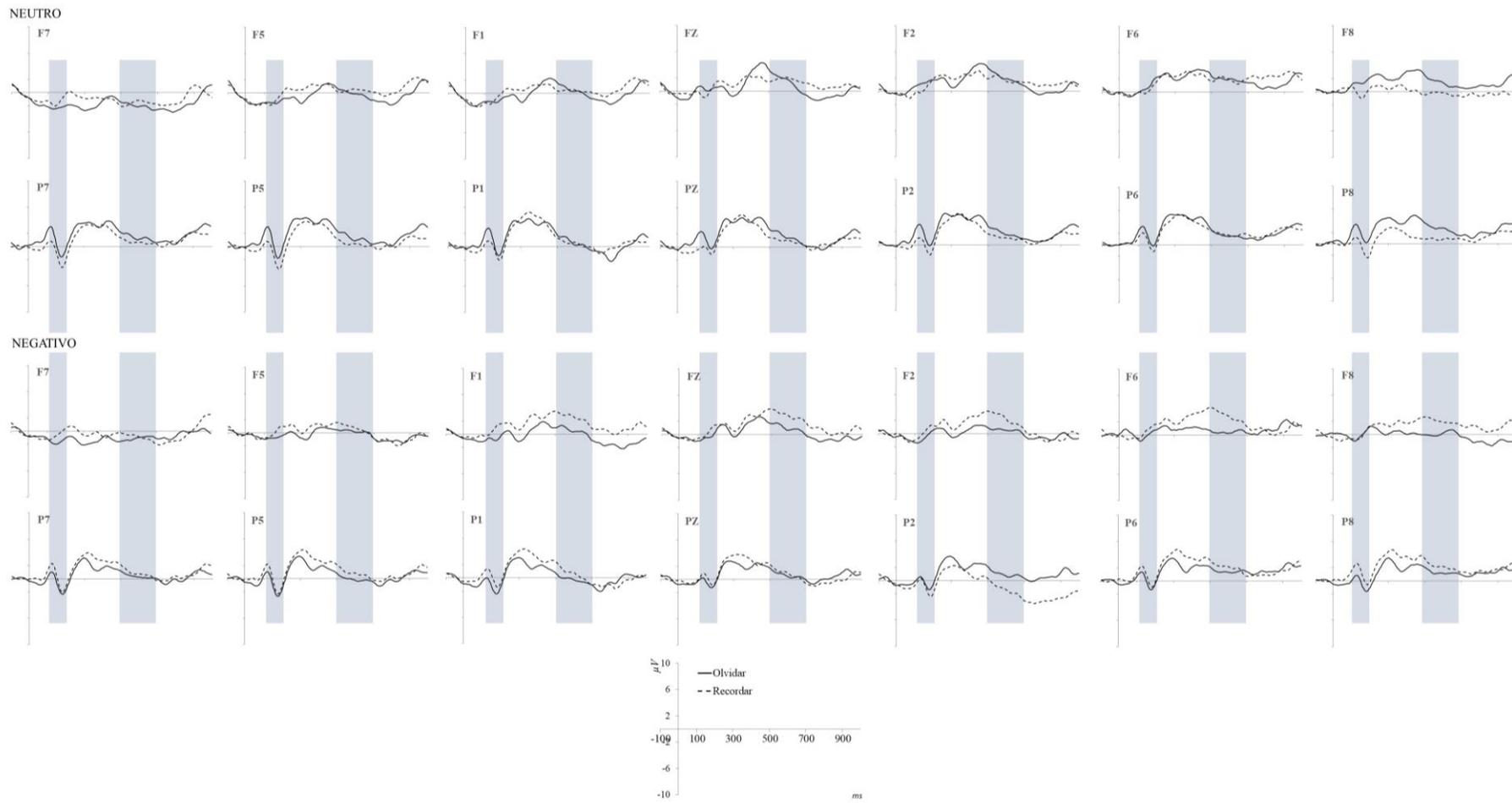


Figura 22. Grandes promedios asociados a la instrucción de olvidar y de recordar en imágenes negativas y neutras en el grupo de adultos mayores. Las zonas sombreadas se corresponden con los periodos 100-200 y 500-700 ms.

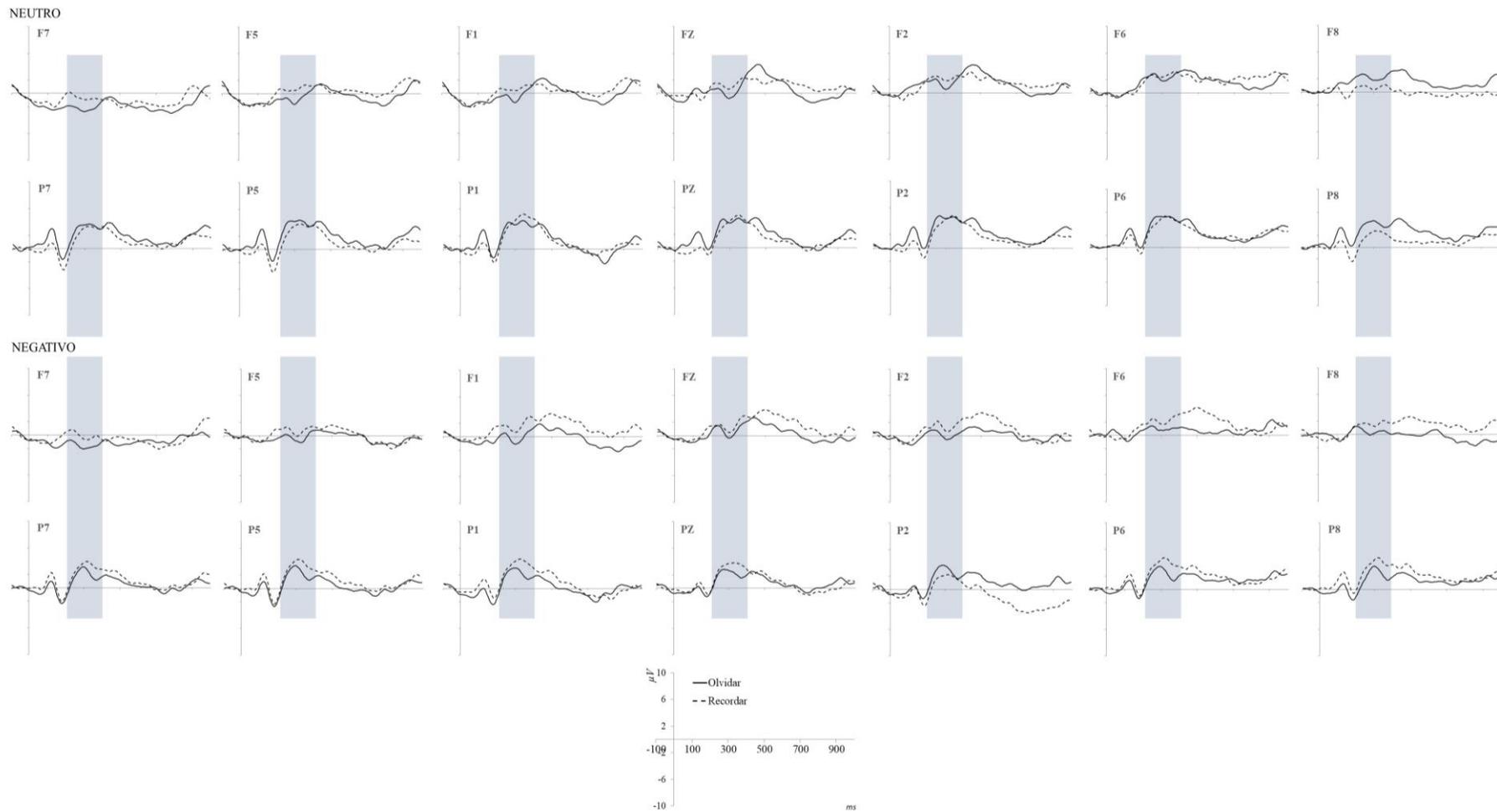


Figura 23: Grandes promedios asociados a la instrucción de olvidar y de recordar en imágenes negativas y neutras en el grupo de adultos mayores. La zona sombreada corresponde al periodo 200-400 ms.

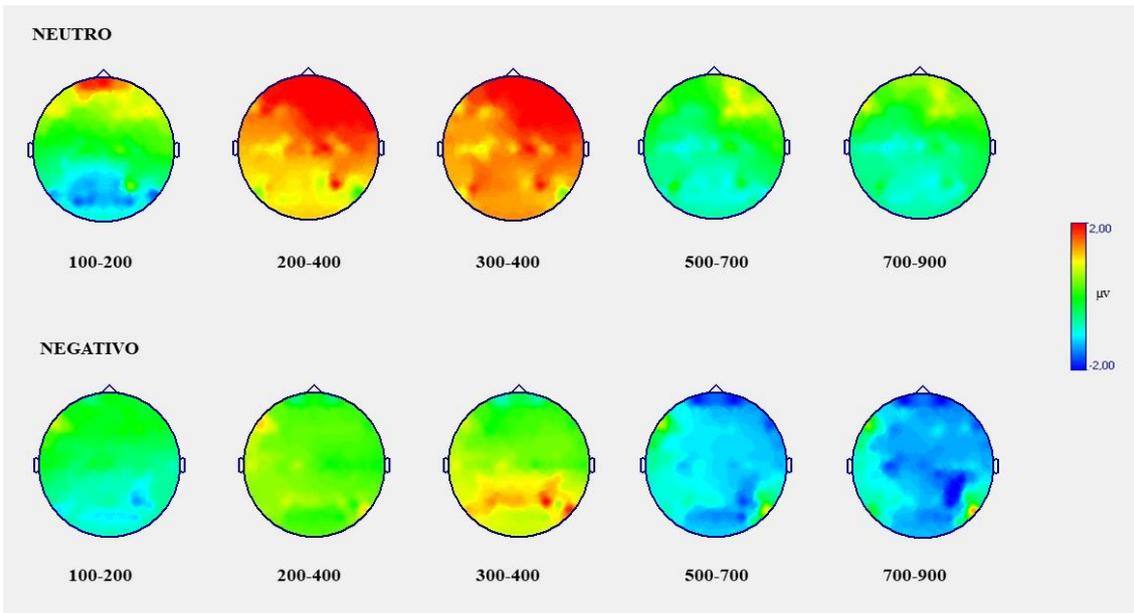


Figura 24. Mapas de las diferencias entre la instrucción de recordar y la instrucción de olvidar en las imágenes negativas y neutras en el grupo de adultos jóvenes en los periodos 100-200, 200-400, 300-400, 500-700 y 700-900 ms. Los mapas topográficos se han realizado teniendo en cuenta el montaje total de 37 electrodos.

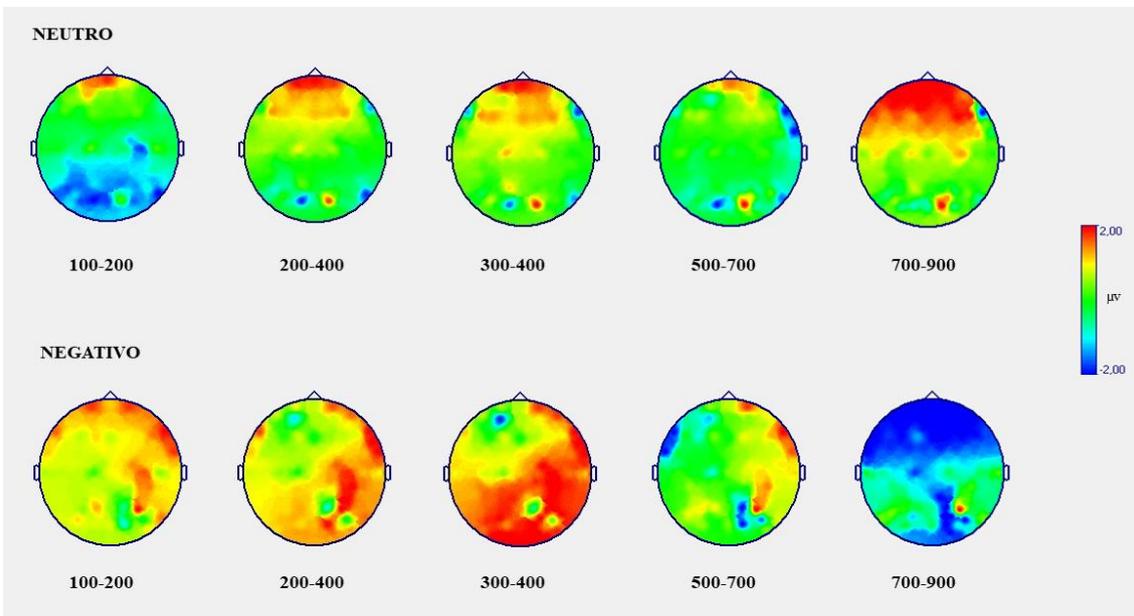


Figura 25. Mapas de las diferencias entre la instrucción de recordar y la instrucción de olvidar en las imágenes negativas y neutras en el grupo de adultos mayores en los periodos 100-200, 200-400, 300-400, 500-700 y 700-900 ms. Los mapas topográficos se han realizado teniendo en cuenta el montaje total de 37 electrodos.

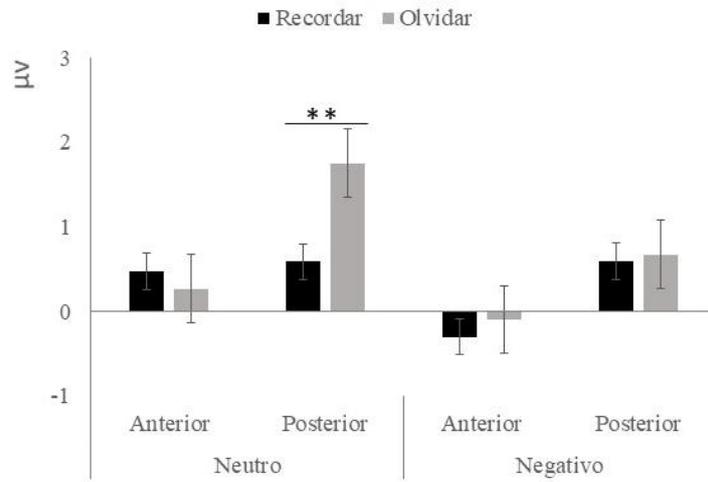


Figura 26. Amplitudes medias relacionadas con la instrucción en el periodo 100-200 ms. Las barras representan los microvoltios evocados por las instrucciones R y O basadas en caudalidad en imágenes neutras y negativas. ** p <0,01.

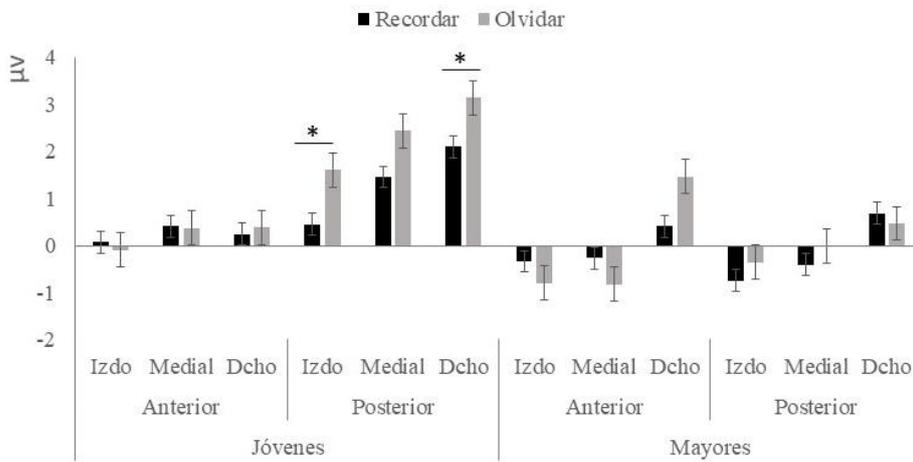


Figura 27. Amplitudes medias relacionadas con la instrucción en el periodo 100-200 ms. Las barras representan los microvoltios evocados por las instrucciones R y O basadas en la caudalidad y la lateralidad en adultos jóvenes y adultos mayores. * p <0,05.

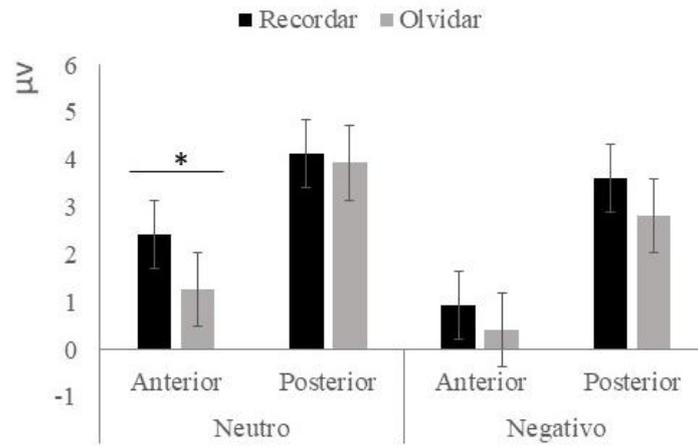


Figura 28. Amplitudes medias relacionadas con la instrucción en el periodo 200-400 ms. Las barras representan los microvoltios evocados por las instrucciones R y O basadas en la caudalidad en imágenes neutras y negativas. * $p < 0,05$.

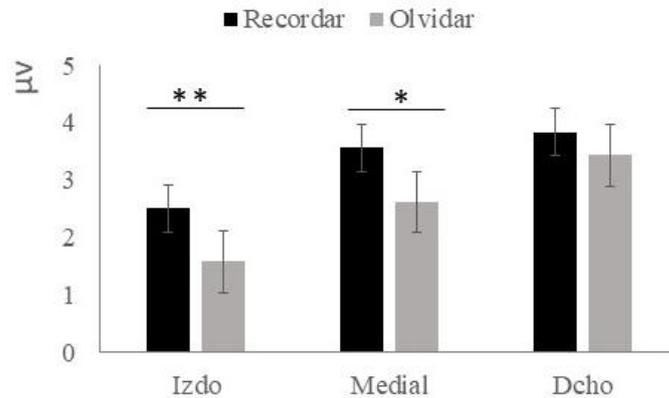


Figura 29. Amplitudes medias relacionadas con la instrucción en el periodo 300-400 ms. Las barras representan los microvoltios evocados por las instrucciones R y O basadas en la lateralidad. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$.

iii) Análisis de la prueba de detección visual

En las figuras 30 y 31 aparecen los GP asociados a la detección de la prueba visual tras las instrucciones de olvidar o de recordar en imágenes negativas y neutras. Además, en las figuras 32 y 33 aparecen los mapas de las diferencias entre la detección del estímulo visual tras las instrucciones de olvidar o de recordar en las imágenes negativas y neutras.

En el periodo 250-350 ms. se obtuvo un efecto de Instrucción [$F(1,28)=4,05$; $p=0,05$; $\eta^2_p=0,13$] donde la detección del estímulo visual tras la presentación de la instrucción de olvidar evocó una mayor positividad que tras la instrucción de recordar. Asimismo, se obtuvo una interacción Instrucción x Emoción x Caudalidad [$F(1,28)=5,04$; $p=0,03$; $\eta^2_p=0,15$; Figura 34] donde la detección del estímulo visual tras la presentación de la instrucción de olvidar elicó mayor positividad que tras la instrucción de recordar en imágenes negativas en electrodos posteriores ($p=0,04$). Estas diferencias no se encontraron en las imágenes neutras. Tampoco se encontraron diferencias entre la prueba de detección visual precedida de la instrucción de olvidar imágenes negativas y la prueba de detección visual precedida de la instrucción de olvidar imágenes neutras. También se encontró una interacción Instrucción x Emoción x Grupo [$F(1,28)=4,02$; $p=0,05$; $\eta^2_p=0,12$; Figura 34] donde la detección del estímulo visual tras la presentación de la instrucción de olvidar evocó mayor positividad que tras la instrucción de recordar en imágenes negativas en el grupo de adultos mayores ($p=0,04$), mientras que en el grupo de adultos jóvenes la detección del estímulo visual tras la presentación de la instrucción de olvidar evocó mayor positividad que tras la instrucción de recordar en imágenes neutras ($p=0,07$), aunque las diferencias fueron marginales. No se encontraron diferencias entre la detección del estímulo visual tras la

presentación de la instrucción de olvidar y de recordar en imágenes neutras, ni entre la detección del estímulo visual tras la presentación de olvidar imágenes negativas y neutras.

En el periodo 350-550 ms. un efecto de Instrucción [$F(1,28)=4,3$; $p=0,04$; $\eta^2_p=0,13$]] donde la detección del estímulo visual tras la instrucción de olvidar evocó una mayor positividad que la tras la instrucción de recordar.

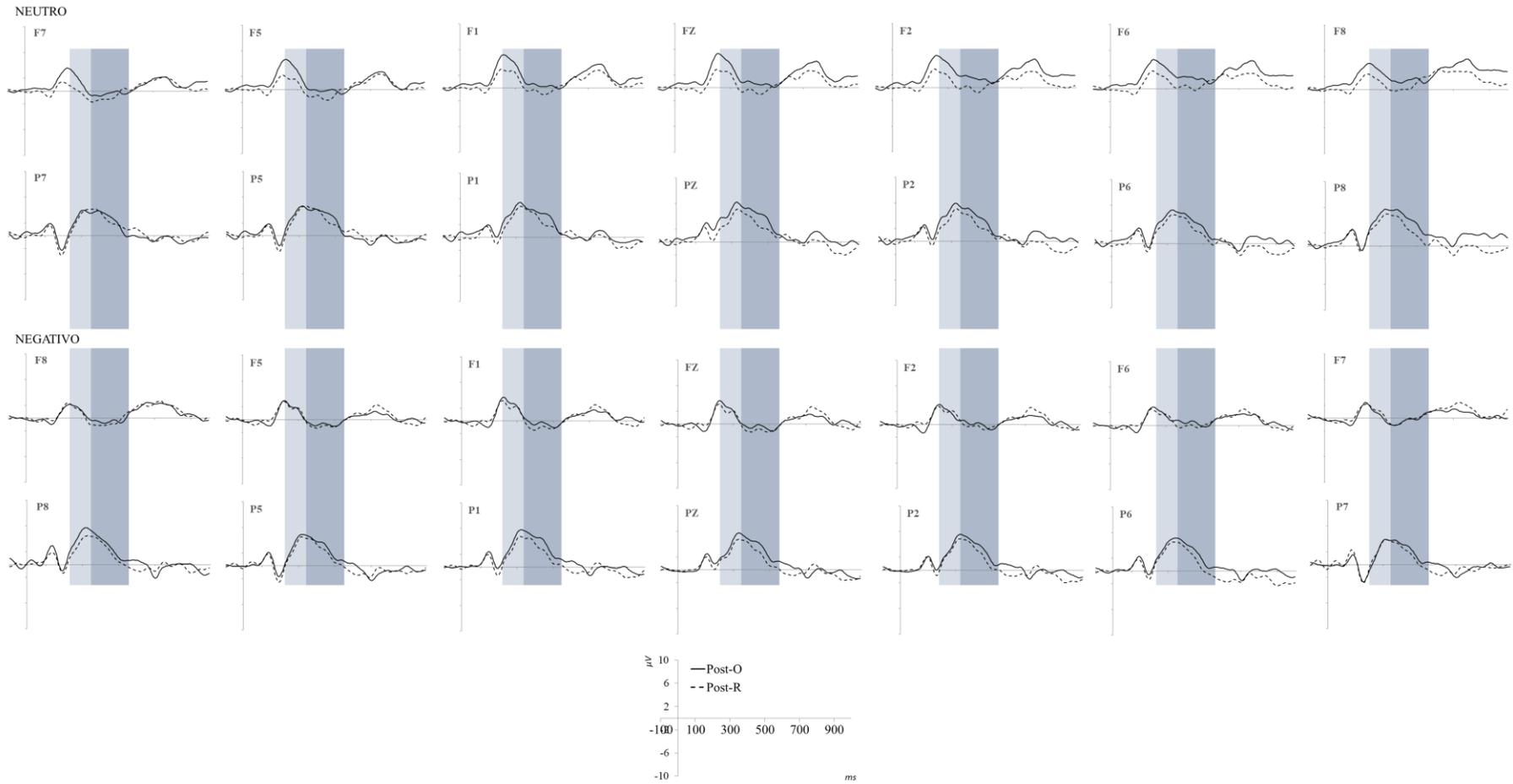


Figura 30. Grandes promedios asociados a la detección del estímulo visual tras las instrucciones de olvidar (Post-O) o recordar (Post-R) en imágenes negativas y neutras en el grupo de adultos jóvenes.

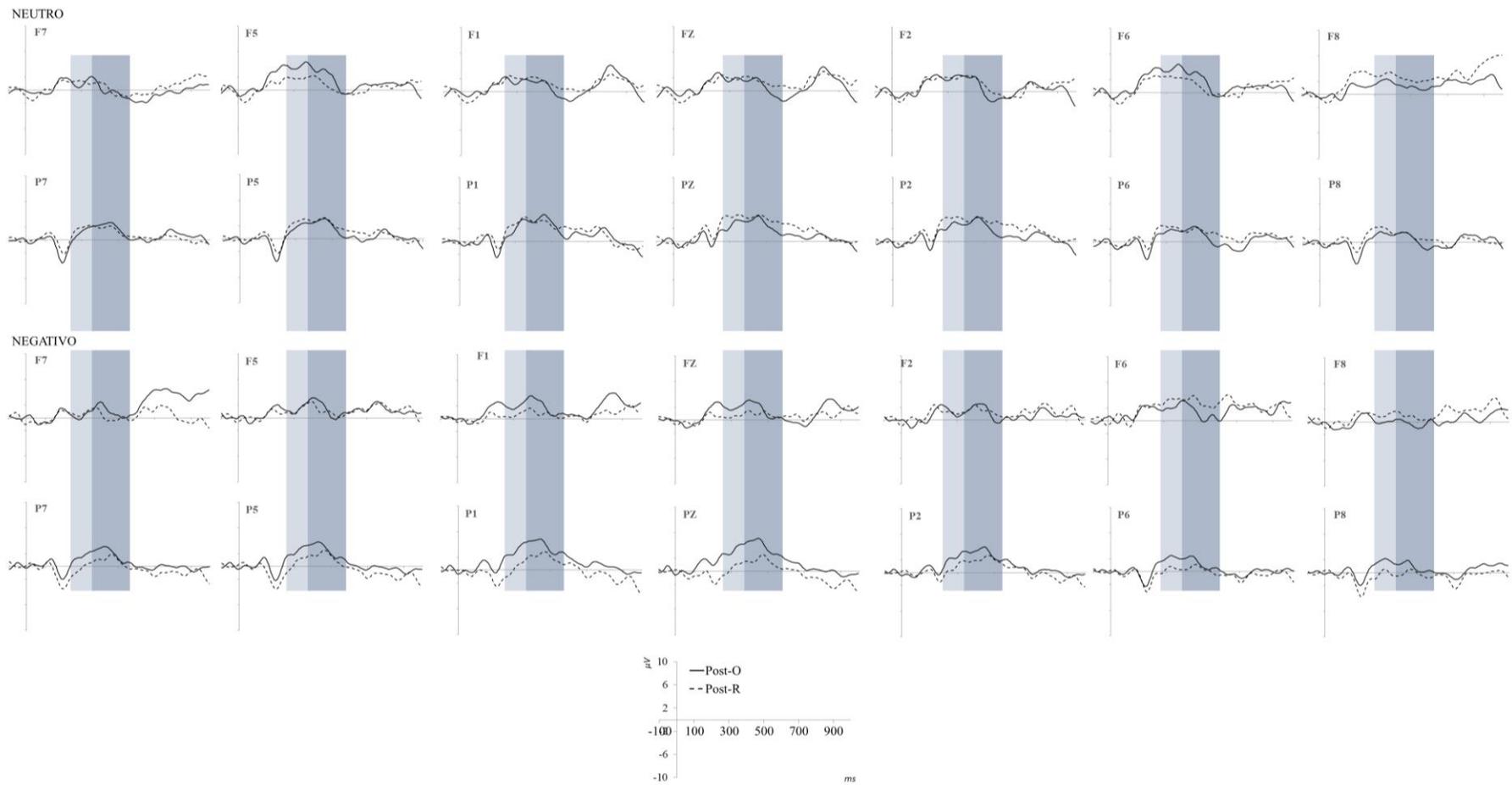


Figura 31. Grandes promedios asociados a la detección del estímulo visual tras las instrucciones de olvidar (Post-O) o recordar (Post-R) en imágenes negativas y neutras en el grupo de adultos mayores. Las zonas sombreadas se corresponden con los periodos 250-350 y 350-550 ms.

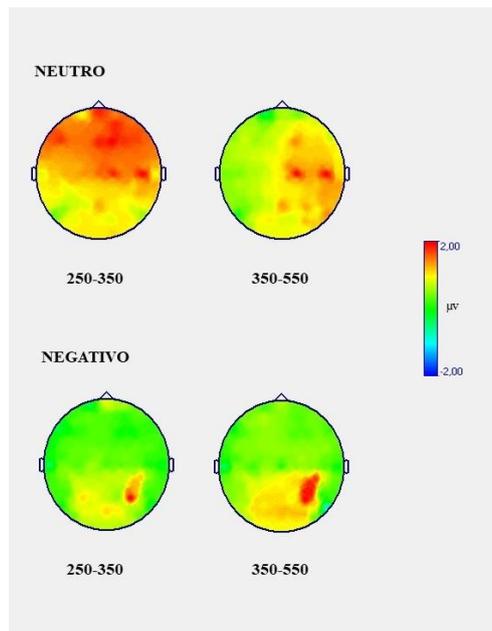


Figura 32. Mapas de las diferencias entre la detección del estímulo visual tras las instrucciones de olvidar (Post-O) o recordar (Post-R) en las imágenes negativas y neutras en el grupo de adultos jóvenes en los periodos 250-350 y 350-550 ms. Los mapas topográficos se han realizado teniendo en cuenta el montaje total de 37 electrodos.

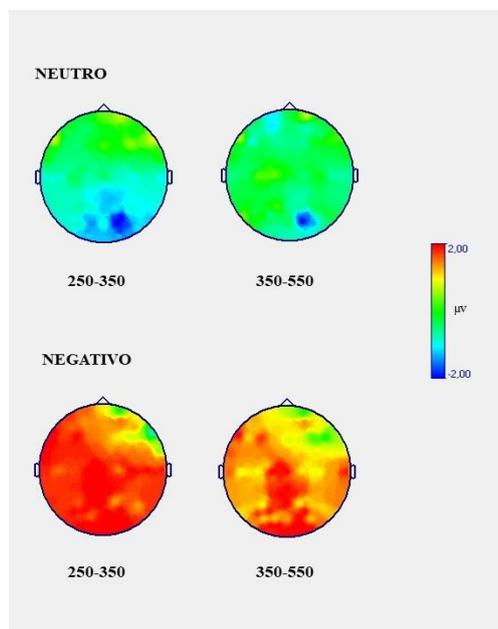


Figura 33. Mapas de las diferencias entre la detección del estímulo visual tras las instrucciones de olvidar (Post-O) o recordar (Post-R) en las imágenes negativas y neutras en el grupo de adultos mayores en los periodos 250-350 y 350-550 ms. Los mapas topográficos se han realizado teniendo en cuenta el montaje total de 37 electrodos.

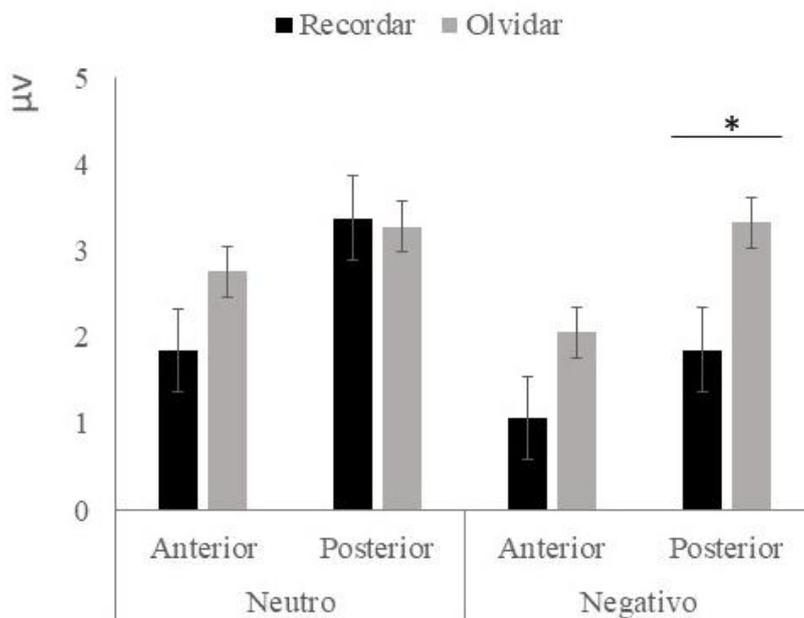
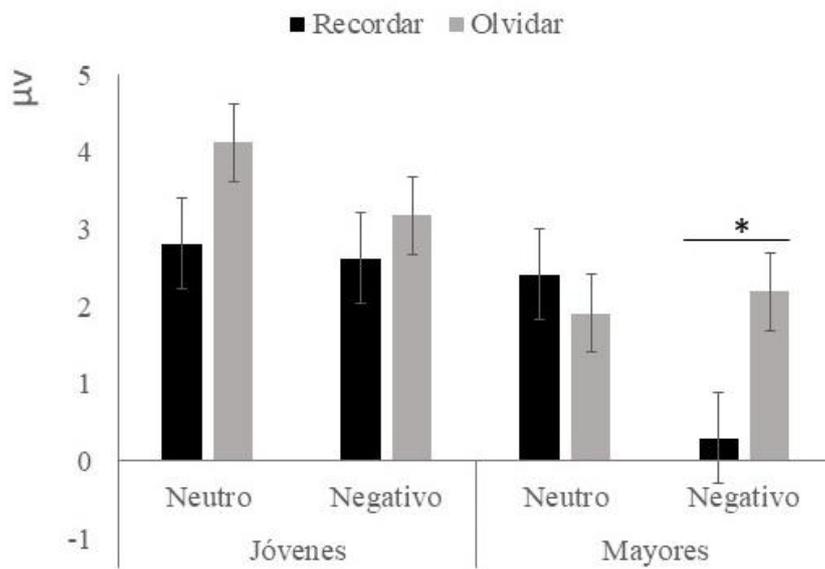


Figura 34. Amplitudes medias relacionadas con la prueba de detección visual en el periodo 250-350 ms. En la parte superior, las barras representan los microvoltios evocados por la prueba de detección visual asociada a las instrucciones R y O en el grupo de adultos jóvenes y en el grupo de adultos mayores para imágenes neutras y negativas. En la parte inferior, las barras representan los microvoltios evocados por la prueba de detección visual asociada a las instrucciones R y O basadas en la caudalidad en imágenes neutras y negativas. * $p < 0,05$.

2.2.3. Discusión

El experimento 2 tuvo como objetivo estudiar a través de una prueba de detección visual el consumo de recursos cognitivos asociado a la implementación de las instrucciones de memoria (R vs O) en el olvido dirigido de imágenes con contenido emocional, tanto en adultos jóvenes como en adultos mayores. A continuación, se discutirán los resultados conductuales y electrofisiológicos.

i) Resultados conductuales

Los resultados conductuales de la prueba de detección visual en el grupo de adultos jóvenes reflejaron mayores TRs ante la prueba de detección cuando ésta iba precedida de la instrucción de olvidar que cuando iba precedida de la instrucción de recordar. Estos resultados son congruentes con los obtenidos por Fawcett y Taylor (2008). Sin embargo, en el grupo de adultos mayores se observó el efecto contrario lo que sugiere que para ellos olvidar no está siendo tan demandante como recordar sino lo contrario. Estos resultados corroboran nuestra hipótesis de que si olvidar es más demandante que recordar entonces el grupo de adultos jóvenes tendría mayores TRs en la prueba de detección visual cuando ésta iba precedida de la instrucción de olvidar. Sin embargo, en el grupo de adultos mayores no se observó este efecto sino lo contrario lo que podría ser debido a un déficit en los procesos inhibitorios. Sin embargo, no hemos encontrado una interacción con la emoción, por lo que olvidar imágenes negativas no parece ser más demandante que olvidar imágenes neutras.

Los resultados conductuales de la prueba de reconocimiento reflejaron efecto del olvido tanto para imágenes negativas como neutras en ambos grupos. Estos resultados replican los obtenidos en el experimento 1. Parece, por tanto, que la emoción no moduló

el efecto del olvido ni en el grupo de adultos jóvenes ni en el grupo de adultos mayores. Estos resultados van en consonancia con los obtenidos en otras investigaciones (Gallant et al., 2018). Sin embargo, en tiempos de reacción se encontró tanto efecto de la instrucción, reflejando de nuevo efecto del olvido en negativas y neutras en ambos grupos, como un efecto de la emoción. Este efecto indicó que los TRs de las imágenes negativas fueron mayores que los TRs de las imágenes neutras. Con respecto al reconocimiento global, ambos grupos cometieron más falsas alarmas ante imágenes negativas que neutras. Además, los adultos mayores cometieron más falsas alarmas que los adultos jóvenes. Cuando se analizó la sensibilidad en el reconocimiento tanto los adultos jóvenes como los adultos mayores tuvieron una mayor discriminación de las imágenes neutras que de las negativas, y, además, los adultos jóvenes tuvieron una mayor discriminación general que los adultos mayores. Con relación al sesgo de respuesta ambos grupos fueron más liberales en imágenes negativas que en neutras. En general, se observaron resultados similares a los obtenidos en el experimento 1.

Se realizó un análisis correlacional aunando los datos obtenidos en los experimentos 1 y 2 entre las pruebas de la evaluación cognitiva y el rendimiento en la prueba de reconocimiento. Los resultados indican que tanto la velocidad de procesamiento (prueba de búsqueda de símbolos) como la capacidad de la memoria de trabajo (prueba de letras y números) están significativamente asociadas tanto con el reconocimiento de las imágenes neutras de recordar como de olvidar, así como con la puntuación de discriminación global de la tarea de reconocimiento. Además, la velocidad de procesamiento correlacionó de forma negativa con la proporción de falsas alarmas lo que indica que el grupo de adultos mayores que presenta una menor velocidad de procesamiento es más proclive a cometer más falsas alarmas.

ii) *Resultados electrofisiológicos*

Los resultados electrofisiológicos indican que en la fase de estudio en relación con el análisis de la imagen se observó un efecto de la emoción, donde las imágenes negativas evocaron mayor positividad que las imágenes neutras desde los 100 ms. hasta los 900 ms. Además, se encontró una interacción emoción x caudalidad donde las imágenes negativas evocaron mayor positividad que las neutras en zonas posteriores entre los 300 -500 ms. Estos resultados van en la línea de los obtenidos en otros estudios (Hauswald et al., 2010; Yang et al., 2012) y replican los resultados encontrados en el experimento 1. Asimismo, encontramos una interacción con el grupo donde las imágenes negativas evocaron mayor positividad que las neutras en el grupo de adultos mayores. En contra de lo hipotetizado, hay un efecto mayor de la emoción en el grupo de adultos mayores que en el grupo de adultos jóvenes. A pesar de que no se encontró una interacción significativa con el grupo en el periodo 500-900 ms., en los mapas topográficos, en los que se utilizó un mayor número de electrodos, se observan diferencias entre los adultos jóvenes y los adultos mayores, así como en los grandes promedios. Estos resultados van en consonancia con los obtenidos en el experimento 1 en donde el efecto se observó tanto en electrodos anteriores como posteriores, aunque sólo fue significativo en anteriores.

El análisis correlacional realizado entre las amplitudes medias obtenidas en la presentación del estímulo y el reconocimiento posterior arrojaron resultados diferentes a los obtenidos en el experimento 1 a pesar de utilizar los mismos estímulos. Por un lado, en el grupo de jóvenes se han obtenido correlaciones significativas tanto para las imágenes neutras como negativas en relación con las imágenes que había que olvidar

(ver tabla 11). Sin embargo, en el experimento 1 las correlaciones que se obtuvieron se asociaron a las imágenes que había que recordar (ver tabla 3). Por otro lado, en el grupo de adultos mayores la correlación obtenida se encontró en un periodo más temprano que en el experimento 1 y asociada a las imágenes que había que recordar (ver tablas 4 y 12).

En relación con el análisis de la instrucción se observó una mayor positividad asociada a la instrucción de recordar desde los 200 hasta los 400 ms. Asimismo, se encontró una interacción Instrucción x Emoción x Caudalidad en donde la instrucción de recordar evocó una mayor positividad en zonas anteriores en imágenes neutras, mientras que en imágenes negativas fue en zonas posteriores de forma marginal. Es posible, que en esta interacción haya dos efectos independientes. Por un lado, la mayor positividad asociada a recordar en zonas anteriores podría estar reflejando el componente P2, mientras que la mayor positividad en zonas posteriores podría estar reflejando el componente P3. Además, entre los 300-400 ms. la instrucción de recordar evocó una mayor positividad que la instrucción de olvidar en zonas mediales. Mientras que el componente P2 se ha relacionado con el consumo de recursos atencionales, el componente P3 ha sido asociado al repaso selectivo de los ítems de recordar. La interacción podría sugerir que un primer momento se están destinando recursos atencionales a las imágenes de recordar, sobre todo a las neutras. Sin embargo, después se están destinando recursos al repaso de los ítems de recordar, en este caso, sobre todo en imágenes negativas. Ninguno de los efectos anteriores estuvo modulado por el grupo.

Con relación a la instrucción de olvidar, se observó una mayor positividad asociada a la instrucción de olvidar en electrodos posteriores en el periodo 100-200 ms. Algunos autores relacionan este efecto con el componente P1 que ha sido interpretado

como un índice de atención selectiva (Hillyard y Anllo-Vento, 1998) que es sensible a las variaciones de los parámetros del estímulo (Luck, 2014). Este efecto estuvo ligado a las imágenes neutras. Los resultados podrán indicar la asignación de una mayor atención temprana a la instrucción de olvidar imágenes neutras. Posteriormente, en el periodo 500-700 ms. en imágenes negativas la instrucción de olvidar evocó mayor positividad que la instrucción de recordar en zonas anteriores derechas. Este efecto sólo tuvo lugar en el grupo de adultos jóvenes, aunque estas diferencias fueron marginales, en el grupo de adultos mayores no se observaron diferencias. Este efecto se ha relacionado en la literatura con mecanismos inhibitorios (Hauswald, et al., 2010; Gallant y Dyson, 2016). Parece que en el grupo de adultos jóvenes se están poniendo en marcha mecanismos inhibitorios, mientras que en el grupo de adultos mayores no hay evidencia. Estos resultados van en la línea de las investigaciones que sostienen un déficit inhibitorio en los adultos mayores (Zacks et al., 1996). Además, la interacción marginal encontrada con la emoción sugiere una mayor activación de los mecanismos inhibitorios en imágenes negativas, por lo que olvidar información con contenido emocional negativo podría estar siendo más costoso que olvidar información neutra.

El análisis correlacional realizado entre las amplitudes medias obtenidas en la presentación de la instrucción de memoria y el rendimiento posterior reflejó en el grupo de adultos jóvenes correlaciones negativas entre los P.E. asociados tanto a recordar como a olvidar imágenes neutras y su posterior reconocimiento en un periodo tardío (700-900 ms.) y en áreas anteriores (ver tabla 13). Por otro lado, en el grupo de adultos mayores se obtuvieron correlaciones positivas entre los P.E. por la instrucción de recordar y de olvidar tras imágenes negativas y su posterior reconocimiento desde los 200 hasta los 700 ms. En relación con las imágenes neutras se obtuvieron correlaciones entre los P.E. por la instrucción de olvidar que fueron positivas en electrodos posteriores

y negativas en electrodos anteriores en un periodo temprano (200-400 ms.) (ver tabla 14).

En relación con la prueba de detección visual se observó una mayor positividad asociada a la prueba de detección visual cuando ésta iba precedida de la instrucción de olvidar que cuando iba precedida de la instrucción de recordar desde los 250 hasta los 550 ms. Además, en el periodo 250-350 ms. este efecto estuvo modulado por la caudalidad y la emoción, por un lado, y por el grupo y la emoción por otro lado. En el primer caso, se encontró una mayor positividad cuando el estímulo visual iba precedido de la instrucción de olvidar imágenes negativas en zonas posteriores. En el segundo caso, la mayor positividad asociada al estímulo visual fue mayor para la instrucción de olvidar que para la instrucción de recordar en imágenes negativas sólo en el grupo de adultos mayores. Aunque habíamos hipotetizado una menor amplitud en el componente P2 asociado a la prueba de detección visual tras la instrucción de olvidar hemos encontrado el efecto contrario, es decir, una mayor positividad tras dicha instrucción. El componente P2 se ha asociado con el reclutamiento atencional en pruebas de detección visual (Bourisly y Shuaib, 2018). En nuestro estudio, parece que la prueba de detección visual tras la instrucción de olvidar recluta más atención en imágenes negativas, sobre todo en el grupo de adultos mayores, por lo que retirar la atención de dicha instrucción podría estar siendo más costoso para este grupo.

2.3. Experimento 3: Olvido dirigido de palabras con contenido emocional y prueba de detección visual

Se ha demostrado efecto del olvido a través de diferentes materiales: en palabras (Bailey y Chapman, 2012; Brandt et al., 2013), imágenes (Hauswald et al., 2010; Nowicka et al., 2011; Yang et al., 2012), eventos autobiográficos (Barnier et al., 2007; Joslyn y Oakes, 2005) y números de teléfono (Gottlob et al., 2006). Sin embargo, el efecto del olvido no siempre es igual, en función de los estímulos utilizados el efecto del olvido puede variar. El objetivo del tercer experimento es comprobar si los resultados obtenidos en los experimentos anteriores se mantienen utilizando palabras como estímulos o si, por el contrario, se modifican los efectos (tanto a nivel conductual como electrofisiológico). A este respecto, en consonancia con los resultados obtenidos en el experimento 2, en la prueba de detección visual esperamos encontrar mayores TRs ante la prueba de detección visual cuando ésta va precedida de la instrucción de olvidar que cuando iba precedida de la instrucción de recordar en el grupo de adultos jóvenes, en línea con los resultados por Fawcett y Taylor (2010). Sin embargo, en el grupo de adultos mayores, esperamos encontrar mayores TRs ante la prueba de detección visual cuando ésta iba precedida de la instrucción de recordar que cuando iba precedida de la instrucción de olvidar como ocurrió en el experimento 2. Con relación al contenido emocional no esperamos encontrar un efecto de la emoción ya que no se encontró en el experimento 2 y tampoco fue encontrado por Lee y Hsu (2013). Con relación a los correlatos electrofisiológicos, y de acuerdo con los resultados obtenidos en el experimento anterior, esperamos encontrar un mayor componente P2 asociado a la detección de la prueba visual cuando ésta iba precedida de la instrucción de olvidar que

cuando iba precedida de la instrucción de recordar. Asimismo, si olvidar palabras negativas es más costoso, entonces la amplitud del componente P2 será mayor cuando la prueba visual vaya precedida de la instrucción de olvidar que cuando vaya precedida de la instrucción de recordar palabras negativas. Este efecto se obtendría en ambos grupos siendo más marcado en el grupo de adultos mayores en consonancia con los resultados obtenidos en el experimento 2.

En el análisis de la actividad electrofisiológica de la fase de estudio, en consonancia con lo encontrado en el experimento 1 y 2 esperamos encontrar el componente PPT asociado a la presentación de las palabras negativas siendo más marcado en el grupo de adultos jóvenes. No obstante, Brandt et al. (2013) obtuvieron este efecto en un periodo temporal más temprano (300-600 ms.) y asociado a áreas frontales por lo que no se puede descartar que también se obtenga en este periodo temporal.

Con relación a la instrucción de recordar esperamos encontrar los componentes P2 y P3 en ambos grupos, aunque en consonancia con estudios previos esperamos encontrar una menor amplitud en el componente P3 en el grupo de adultos mayores tal y como ocurre en los experimentos 1 y 2. Con relación a la emoción basándonos en los resultados obtenidos en los experimentos 1 y 2 y en consonancia con estudios previos (Bailey y Chapman, 2012; Brandt et al., 2013) no esperamos encontrar una interacción Instrucción x Emoción ni en P2 ni en P3. Con relación a la instrucción de olvidar esperamos encontrar una mayor negatividad asociada a la instrucción de olvidar en zonas anteriores entre los 200-300 ms., y/o, una mayor positividad asociada a la instrucción de olvidar también en zonas anteriores entre los 500-900 ms. en el grupo de adultos jóvenes. En el grupo de adultos mayores no esperamos encontrar diferencias entre la instrucción de recordar y de olvidar debido al déficit inhibitorio. Sin embargo,

la teoría de la compensación (Grady, 2012) propone que cuando los adultos mayores se enfrentan a una tarea exigente se produce la activación de otras zonas cerebrales para compensar el déficit existente, por lo que podríamos encontrar una mayor activación en electrodos frontales asociada a la instrucción de olvidar en el grupo de adultos mayores en comparación con el grupo de adultos jóvenes. Con relación al efecto de la emoción, en consonancia con los resultados obtenidos en otros estudios y los encontrados en los experimentos 1 y 2 no esperamos encontrar una interacción con la emoción.

Con relación a la prueba de reconocimiento, al utilizar palabras en lugar de imágenes esperamos que no se produzca el efecto de superioridad de la imagen (Quinlan et al., 2010) y tampoco se produciría un rendimiento tan alto en la prueba de reconocimiento. Esto permitiría obtener un efecto del olvido más claro, así como de la emoción y de su interacción con el grupo como se ha observado en otros estudios utilizando palabras (Gallant y Yang 2014). Por tanto, se espera que el efecto del olvido sea de menor magnitud en el grupo de adultos mayores que en el grupo de adultos jóvenes. Asimismo, esperamos que el contenido emocional module el efecto del olvido de modo diferente para el grupo de adultos jóvenes que de mayores. Se espera un menor efecto del olvido para las palabras negativas con respecto a las palabras neutras en el grupo de adultos jóvenes debido al sesgo de negatividad. Sin embargo, en el grupo de adultos mayores no habría diferencia en el olvido dirigido en función del contenido emocional debido a la tendencia a prestar menos atención o evitar la información negativa.

2.3.1. Método

2.3.1.1. Participantes

En el estudio participaron 44 adultos jóvenes (85% mujeres, 15% hombres) y 40 adultos mayores (67% mujeres y 33% hombres). Sin embargo, se descartaron aquellos participantes que tuvieron un exceso de artefactos en su registro lo que dificultaba encontrar un número mínimo de ensayos válido para el análisis de los potenciales. Finalmente, se tuvieron en cuenta los datos de 33 adultos jóvenes (85% mujeres, 15% hombres) y 32 adultos mayores (72% mujeres y 28% hombres). Los adultos jóvenes eran en su mayoría estudiantes de la Universidad de Oviedo y tenían entre 18 y 30 años ($M=21,8$; $DT= 2,17$). Los adultos mayores procedían en su mayoría del programa para adultos mayores de la Universidad de Oviedo, PUMUO, y tenían entre 60-80 años ($M= 62,5$; $DT= 5,65$).

Todos los participantes presentaban una correcta visión y no presentaban problemas de salud importantes. A los adultos mayores se les realizó una evaluación cognitiva con las pruebas mencionadas en el experimento 1 (ver tabla 15). Hubo diferencias entre adultos jóvenes y adultos mayores en años de educación. Los adultos jóvenes ($M=15,1$, $DT=0,24$) tenían más años de educación que los adultos mayores ($M=13,5$, $DT=3,6$), $t= 2,45$, $p =0,02$.

	M	DT	RANGO
MMSE	29,2	0,8	27-30
GDS	6,9	5,7	0-9
VOCABULARIO	48,8	6,2	35-60
LISTA DE PALABRAS	32,6	6,8	19-44
CLAVE NÚMEROS	59,0	16,8	28-100
SIMBOLOS	28,5	7,2	14-17
RECUERDO DEMORADO	7,9	2,4	2-12
ÍNDICE DE INTERFERENCIA STROOP	-1,1	6,0	(-11,3) - 9
LETRAS Y NÚMEROS	9,8	1,6	7-14
DÍGITOS.DIRECTO	8,1	1,6	5-12
DÍGITOS.INVERSO	6,4	1,8	3-11
DÍGITOS TOTAL	14,6	2,9	9-22

Tabla 15. Medias (M), desviaciones típicas (DT) y rango en puntuaciones directas de la evaluación cognitiva realizada a los adultos mayores.

2.3.1.2. Diseño y materiales

Se utilizó un diseño mixto de 2 (Instrucción: recordar vs olvidar) x 2 (emoción: neutro vs negativo) y como factor intersujeto el grupo (adultos jóvenes, adultos mayores). Se utilizaron 240 palabras (120 neutras, 120 negativas). Las palabras se seleccionaron de la adaptación española del International Affective Normative English Words -ANEW- (Redondo et al., 2007). La media de valencia para las palabras neutras fue 5,28 (DT= 0,5) y la media de arousal fue 3,87 (DT= 0,6). La media de valencia para las palabras negativas fue 2,24 (DT= 0,63) y la media de arousal fue 6,1 (DT= 0,96). Ambas categorías fueron significativamente distintas en valencia ($t = -39.9, p < 0.001$) y en arousal ($t = 21.6, p < 0.001$). Sin embargo, no hubo diferencias entre las palabras neutras y negativas en frecuencia ($t = 0.08, p > 0,05$), ni en número de letras ($t = 0.61, p > 0,05$), ni en número de sílabas ($t = -0.1, p > 0.05$) (Veáse tabla 16). Las palabras negativas y neutras no se igualaron en la dimensión de arousal porque éste está intrínsecamente ligado a la emoción y al igualar los estímulos neutros y negativos en esa dimensión la selección de los estímulos puede resultar demasiado artificiosa (Hauswald et al., 2010; Bailey y Chapman, 2012; Lee y Hsu, 2013; Brandt et al., 2013; Gallant y Dyson 2016). Las palabras se dividieron en dos grupos A y B. Cada grupo estaba compuesto por 60 palabras neutras y 60 palabras negativas. Tanto el grupo A como el grupo B se utilizaron en la fase de estudio y como distractores en la fase de prueba. La asignación de la instrucción de memoria (R vs O) a cada palabra fue contrabalanceada. Tanto el grupo A como el grupo B se utilizaron tanto en la fase de estudio como en la fase de prueba y se asignaron aleatoriamente a los participantes.

	Negativo		Neutro	
	M	DT	M	DT
Frecuencia	29,5	21,3	29,8	19,8
Número de letras	6,22	1,3	6,12	1,2
Número de sílabas	2,6	0,65	2,6	0,62

Tabla 16. Medias (M) y desviaciones típicas (DT) de las palabras negativas y neutras en frecuencia, número de letras y número de sílabas.

2.3.1.3. Procedimiento

El participante fue sentado frente a un ordenador en una habitación tranquila y fue evaluado de forma individual.

El experimento estuvo compuesto por dos fases: la fase de estudio y la fase de prueba. La fase de estudio estuvo formada por 120 palabras; la mitad fue seguida por la instrucción de recordar (R) y la otra mitad, por la instrucción de olvidar (O). Cada ensayo comenzaba con la posibilidad de parpadear (^ - ^) durante 1000 ms. Si los participantes necesitaran parpadear, podrían hacerlo en este momento. A continuación, se presentaba la palabra durante 2000 ms. Posteriormente aparecía la instrucción de memoria (RRR u OOO) durante 1000 ms. Se les pidió a los participantes que memorizaran las palabras seguidas de la instrucción de recordar (RRR) y que olvidaran las palabras seguidas de la instrucción de olvidar (OOO). Los ensayos fueron pseudoaleatorios con la restricción de no más de tres ensayos consecutivos con el mismo tipo de instrucción. Se presentó una prueba de detección visual "+" 1800 ms después de la desaparición de cada instrucción de memoria. Elegimos este intervalo porque Fawcett y Taylor (2008) encontraron las máximas diferencias entre las

instrucciones de memoria O-R en la detección de pruebas visuales en este momento. La prueba de detección visual apareció en la pantalla durante 500 ms. Cuando los participantes viesen la prueba de detección visual en la pantalla, tenían que presionar la barra espaciadora lo antes posible. La prueba de detección apareció en el 80% de los ensayos que se distribuyeron proporcionalmente a través de las diferentes condiciones; en el 20% restante, la prueba de detección no apareció para evitar que los participantes se habituaran. Se crearon cinco conjuntos de cada versión del experimento para que todas las palabras pasaran por la condición en la que la prueba de detección aparecía y la condición en la que la que no aparecía. El estudio comenzó con cinco ensayos de prueba para confirmar que el participante había entendido la tarea experimental. Una vez que la prueba se realizó correctamente, comenzó la tarea experimental. Las palabras se presentaron en tres bloques de 40. Hubo una pequeña pausa de 10 segundos entre cada bloque. Después de la fase de estudio, los participantes realizaron una tarea de distracción durante 5 minutos en la que tenían que contar hacia atrás de 3 en 3 desde cien, hacia delante de 4 en 4 y así sucesivamente hasta completar el tiempo establecido.

En la fase de prueba se presentaron 240 palabras, de las cuales 120 se habían presentado anteriormente en la fase de estudio y otras 120 eran nuevas. Los participantes debían emitir un juicio de viejo/nuevo. En un primer momento aparecía el símbolo ^-^ durante 1000 ms. Luego aparecía la palabra durante 500 ms. y a continuación una pantalla en negro durante 2000 ms. Los participantes debían pulsar la tecla M si creían que la palabra se había presentado previamente, con independencia de que fuese de olvidar o de recordar, o la tecla Z si creían que era nueva. Cada 40 ensayos había un descanso de 10 segundos y para continuar debían presionar la barra espaciadora. Se les indicó que respondieran de la manera más rápida y precisa posible (ver figura 35).

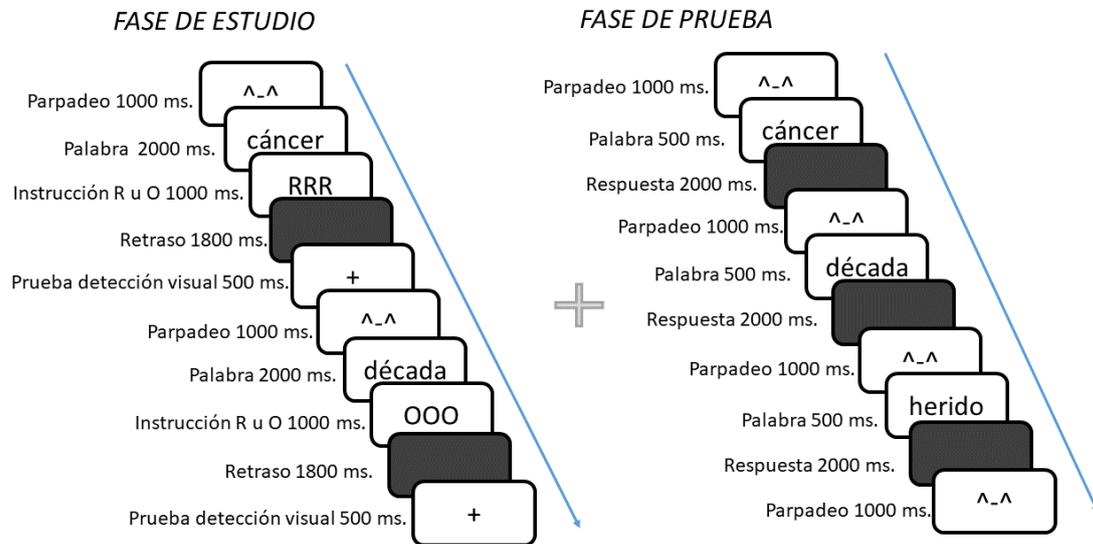


Figura 35. Esquema del procedimiento. A la derecha diferentes ensayos de la fase de estudio, a la izquierda diferentes ensayos de la fase de prueba.

2.3.1.4. Registro electroencefalográfico

Se llevó a cabo el mismo registro que en los experimentos 1 y 2.

2.3.1.5. Análisis de datos

i) Datos Conductuales

En la prueba de reconocimiento los aciertos, las falsas alarmas y los TRs se analizaron mediante un ANOVA de medidas repetidas con factores intrasujeto la emoción (negativa, neutra) y la instrucción (R, O) y como factor intersujeto el grupo (adultos jóvenes, adultos mayores).

En la prueba de detección visual los TRs se analizaron mediante un ANOVA de

medidas repetidas con factores intrasujeto la emoción (negativa, neutra) y la instrucción (R, O) y como factor intersujeto el grupo (adultos jóvenes, adultos mayores).

ii) Datos electrofisiológicos

De los 37 electrodos que componen el montaje inicial (ver figura 2) se seleccionaron dos grupos de electrodos obteniéndose las amplitudes medias en ambos grupos: un grupo situado en la parte anterior (F1/2, F5/6, F7/8, Fz), y otro grupo situado en la parte posterior (P1/2, P5/6, P7/8, Pz). Se realizó esta selección de electrodos para comparar los resultados con los obtenidos en otros estudios en los que se utilizaron electrodos ubicados en localizaciones similares (véase Yang et al., 2012; Gallant y Dyson, 2016). Se calcularon las amplitudes medias en función de la caudalidad y de la lateralidad: anterior izquierdo (F7, F5), anterior medial (F1/2, Fz), anterior derecho (F8, F6), posterior izquierdo (P7, P5), posterior medial (P1/2, Pz) y posterior derecho (P8, P6).

Los datos electrofisiológicos se analizaron mediante un ANOVA de medidas repetidas con factores intrasujeto: emoción (negativo, neutro), instrucción (R u O), lateralidad (izquierdo, medial, derecho) y caudalidad (anterior, posterior). Como factor intersujeto se incluyó el grupo (adultos jóvenes, adultos mayores).

También se calcularon las correlaciones de Pearson entre las amplitudes medias de los P.E. en la fase de estudio y el reconocimiento posterior para analizar su significado funcional.

Los datos estadísticos se ajustaron con la corrección de Greenhouse-Geisser cuando fue necesario. Además, se utilizó el método de corrección Bonferroni cuando se realizaron comparaciones múltiples. Tanto para el análisis de los datos conductuales como electrofisiológicos se utilizó IBM SPSS 24.

- *Presentación de la palabra*

Tras la inspección visual de los P.E. y teniendo en cuenta estudios previos (Brandt et al., 2013; Bailey y Chapman, 2012) se seleccionó para los análisis la ventana temporal de 300-500 ms.

Los datos electrofisiológicos se analizaron mediante un ANOVA de medidas repetidas con factores intrasujeto: emoción (negativo, neutro), lateralidad (izquierdo, medial, derecho) y caudalidad (anterior, posterior). Como factor intersujeto se incluyó el grupo (adultos jóvenes, adultos mayores). La media de ensayos válidos para las palabras neutras y para las palabras negativas fue 47,6 (DT= 9,2; rango 35-60) y 47,7 (DT= 9,6; rango 33-60) respectivamente. No se encontraron diferencias significativas en la media de ensayos válidos a través de las condiciones.

- *Presentación de la instrucción*

Tras la inspección visual de los P.E. (Brandt et al., 2013; Bailey y Chapman, 2012) se escogieron seis segmentos temporales: 100-200, 200-250, 250-300, 300-400, 400-500, 500-700 y 700-900 ms.

Los datos electrofisiológicos se analizaron mediante un ANOVA de medidas repetidas con factores intrasujeto: emoción (negativo, neutro), instrucción (R u O), lateralidad (izquierdo, medial, derecho) y caudalidad (anterior, posterior). Como factor intersujeto se incluyó el grupo (adultos jóvenes, adultos mayores). La media de ensayos válidos para las palabras negativas de la categoría de olvidar y de la categoría de recordar fue 24,3 (DT= 4,9; rango 17-30) y 24,1 (DT= 4,7; rango 16-30) respectivamente. La media de ensayos válidos para las palabras neutras de la categoría de olvidar y de la categoría de recordar fue 24,4 (DT= 5,1; rango 16-30) y 24,3 (DT=

4,7; rango 18-30) respectivamente. No se encontraron diferencias significativas en la media de ensayos válidos a través de las condiciones.

- *Presentación de la prueba de detección visual*

Tras la inspección visual de los P.E. se escogieron dos segmentos temporales: 150-250, y 350-550 ms.

Los datos electrofisiológicos se analizaron mediante un ANOVA de medidas repetidas con factores intrasujeto: emoción (negativo, neutro), instrucción (R u O), lateralidad (izquierdo, medial, derecho) y caudalidad (anterior, posterior). Como factor intersujeto se incluyó el grupo (adultos jóvenes, adultos mayores). La media de ensayos válidos para las pruebas de detección visual asociadas a la instrucción de olvidar y de recordar palabras negativas fue 18,9 (DT= 3,7; rango 14-24) y 19,2 (DT= 3,4; rango 14-24) respectivamente. La media de ensayos válidos para las pruebas de detección visual asociadas a la instrucción de olvidar y de recordar palabras neutras fue 18,9 (DT= 3,2; rango 14-24) y 19,3 (DT= 3,7; rango 14-24) respectivamente. No se encontraron diferencias significativas en la media de ensayos válidos a través de las condiciones

2.3.2. Resultados

2.3.2.1. Conductuales

i) Prueba de detección visual

Los resultados obtenidos en la prueba de detección visual se muestran en la tabla 17. Para el análisis se consideraron las respuestas ejecutadas entre los 100 y 1500 ms. tras la aparición del estímulo. Todas las demás respuestas fueron consideradas errores. El porcentaje de respuestas correctas fue 98.8% (DT= 0,01). éste no difirió en función

de la instrucción ni de la emoción, ni interaccionaron esos dos factores. El porcentaje de falsas alarmas fue 0.99 % (DT= 0,07). La media de TRs de los ensayos correctos ante la prueba de detección visual fueron analizados con un ANOVA mixto 2 (emoción: neutro, negativo) x 2 (instrucción: R, O) y como factor intersujeto se introdujo el grupo (adultos jóvenes, adultos mayores). Los análisis reflejaron una interacción Instrucción x Grupo [F(1,63)=4,6; p=0,036; $\eta^2_p=0,07$]. Los análisis de efectos simples mostraron que los TRs en la detección de la señal tras la instrucción de olvidar fueron mayores que los TR tras la instrucción de recordar en el grupo de adultos jóvenes (p=0,01), sin embargo, en el grupo de adultos mayores no hubo diferencias significativas entre ambas instrucciones de memoria. Asimismo, se obtuvo un efecto principal del grupo, donde los adultos mayores tuvieron mayores TRs que los adultos jóvenes [F(1,63)= 9,8; p=0,003; $\eta^2_p = 0,13$] (ver tabla 17). No se encontraron efectos significativos de la emoción ni su interacción con la instrucción y el grupo.

ii) Prueba de reconocimiento

Los resultados obtenidos en la prueba de reconocimiento se muestran en la tabla 17. Los resultados revelaron un efecto principal de la instrucción [F(1,63)= 116,4; p≤0,001; $\eta^2_p=0,65$], indicando que los aciertos fueron mayores para las palabras de la categoría de recordar que para las palabras de la categoría de olvidar. Asimismo, se encontró un efecto de la emoción [F(1,63)=7,68; p=0,007; $\eta^2_p=0,11$], donde los aciertos fueron mayores para las palabras negativas que para las neutras. También se encontró una interacción Instrucción x Grupo [F(1,63)= 13,27; p=0,001; $\eta^2_p=0,17$]. Análisis de efectos simples mostraron mayores aciertos para las palabras de la categoría de recordar en adultos jóvenes que en adultos mayores (p≤0,001), mientras que en las palabras de la categoría de olvidar la diferencia fue marginal (p=0,06). Asimismo, se encontró una

interacción instrucción x emoción [$F(1,63)= 4,7$, $p=0,03$, $\eta^2_p = 0,07$]. Análisis de efectos simples mostraron mayores aciertos para las palabras de la categoría de olvidar en palabras negativas que en neutras ($p=0,001$). Por último, se encontró una interacción Instrucción x Grupo x Emoción [$F(1,63)= 5,8$; $p=0,02$; $\eta^2_p = 0,08$]. Análisis de efectos simples mostraron mayores aciertos para las palabras de la categoría de olvidar en palabras negativas que en neutras en el grupo de adultos jóvenes ($p\leq 0,001$). En el grupo de adultos mayores no se encontraron estas diferencias. Se obtuvo un efecto principal del grupo, los adultos jóvenes tuvieron mayores aciertos que los adultos mayores [$F(1,63)= 14,9$; $p\leq 0,001$; $\eta^2_p=0,19$]. No se encontraron más efectos significativos.

Con respecto al rendimiento general de la prueba de reconocimiento, se tuvieron en cuenta las palabras viejas (palabras de la categoría de recordar y palabras de la categoría de olvidar) y las palabras nuevas. Un ANOVA mixto 2 (emoción: neutro, negativo) x 2 (grupo: adultos jóvenes y adultos mayores) en las falsas alarmas reveló un efecto principal de la emoción [$F(1,63)=31,7$; $p\leq 0,001$; $\eta^2_p=0,33$] en el que se observaron más falsas alarmas para las palabras negativas ($M= 0,28$ $DT=0,02$) que para las palabras neutras ($M= 0,2$ $DT=0,18$). Sin embargo, no hubo una interacción emoción x grupo ni un efecto del grupo. Para tener una medida general de la sensibilidad en el reconocimiento y del sesgo de respuesta, se calcularon los valores d' y C para cada categoría de emoción (Macmillan y Creelman, 1991). Se analizó la sensibilidad en el reconocimiento (d') mediante un ANOVA mixto 2 (emoción: neutro, negativo) x 2 (grupo: adultos jóvenes y adultos mayores). Los resultados revelaron un efecto principal de la emoción [$F(1,63)=18,8$; $p\leq 0,001$; $\eta^2_p= 0,23$] que reflejó una mayor discriminación para palabras neutras ($M= 1,1$; $DT=0,07$) que para negativas ($M= 0,9$; $DT=0,06$). Además, los adultos jóvenes ($M= 1,2$; $DT=0,09$) tuvieron una mayor discriminación general que los adultos mayores ($M= 0,8$; $DT=0,09$) [$F(1,63)= 9,5$; $p=0,003$; $\eta^2_p=0,13$].

Cuando el sesgo de respuesta (C) se analizó, un ANOVA mixto 2 (emoción: neutro, negativo) x 2 (grupo: adultos jóvenes y adultos mayores) reveló un efecto principal de la emoción [$F(1,63)= 30,3$; $p \leq 0,001$; $\eta^2_p=0,32$] donde el sesgo de respuesta fue más liberal para las palabras negativas ($M= 0,2$; $DT= 0.05$) que para las palabras neutras ($M= 0,42$; $DT= 0.05$). No se encontraron más efectos ni interacciones significativas.

En relación con los TRs se llevó a cabo un ANOVA mixto 2 (emoción: neutro, negativo) x 2 (instrucción: R, O) y como factor intersujeto, el grupo (adultos jóvenes, adultos mayores) con los TRs de las respuestas correctas. Los análisis reflejaron un efecto de la instrucción [$F(1,33)= 5,61$; $p=0,024$; $\eta^2_p=0,14$], donde los TRs de las palabras de la categoría de olvidar fueron mayores que los TRs de las palabras de la categoría de recordar. Además hubo un efecto de la emoción [$F(1,33)= 16,68$; $p \leq 0,001$; $\eta^2_p=0,34$] donde los TRs de las imágenes negativas fueron mayores que los TRs de las imágenes neutras. No se encontraron interacciones significativas ni efecto del grupo.

	<i>Adultos jóvenes</i>		<i>Adultos mayores</i>	
	Neutro	Negativo	Neutro	Negativo
PRUEBA DE DETECCIÓN VISUAL				
<i>Tiempos de reacción</i>				
Post-R	583 (117)	589 (113)	673 (103)	682 (95)
Post-O	604 (121)	611 (122)	673 (75)	674 (98)
PRUEBA DE RECONOCIMIENTO				
<i>Precisión</i>				
Recordar	0,73 (0,15)	0,76 (0,14)	0,56 (0,19)	0,58 (0,18)
Olvidar	0,46 (0,14)	0,57 (0,14)	0,45 (0,17)	0,46 (0,17)
Falsas Alarmas	0,19 (0,13)	0,28 (0,13)	0,22 (0,16)	0,28 (0,19)
Viejas	0,59 (0,12)	0,66 (0,12)	0,50 (0,15)	0,52 (0,16)
<i>Tiempos de reacción</i>				
Recordar	857 (98)	873 (121)	917 (108)	918 (117)
Olvidar	906 (137)	903 (140)	935 (128)	943 (136)
Nuevas	929 (117)	953 (124)	992 (141)	1005 (142)

Tabla 17. En la parte superior TRs medios en la prueba de detección visual en la fase de estudio. Posteriormente, proporciones medias de las palabras de recordar y olvidar reconocidas como viejas, así como las falsas alarmas. TRs medios para las respuestas correctas a imágenes de recordar y olvidar, así como para las palabras nuevas en la prueba de reconocimiento. Nota: Desviaciones típicas entre paréntesis.

Se calcularon las correlaciones entre el rendimiento obtenido en la evaluación cognitiva y el obtenido en la tarea de reconocimiento. Los resultados aparecen en las tablas 18 y 19. Como se observa en la tabla 18, la edad correlacionó con la mitad de las variables de interés y por lo tanto se controló esa variable.

	NEU.REC	NEU.OLV	NEG.REC	NEG.OLV	F.A. NEU	F.A. NEG	D´NEUTRAS	D´ NEG.
EDAD					0,37*	0,32 (p=0,07)	-0,47**	-0,45**
AÑOS ESTUDIO								
SÍMBOLOS	0,56**	0,47**	0,3 (p=0,09)				0,48**	0,4*
LyN	0,46**	0,56**	0,45*	0,37*	0,5**	0,36*		
STROOP								
LISTA PALABRAS							0,43*	0,49**

Tabla 18. NEU.REC. Palabras neutras de la categoría de recordar; NEU.OLV: Palabras neutras de la categoría de olvidar; NEG.REC: Palabras negativas de la categoría de recordar; NEG.OLV: Palabras negativas de la categoría de olvidar. F.A. NEU: Falsas alarmas cometidas ante las palabras neutras; F.A. NEG: Falsas alarmas cometidas ante las palabras negativas; D´ NEUTRAS: Índice de discriminación de las palabras neutras; D´ NEG.: Índice de discriminación de las palabras negativas; LyN: Prueba de letras y números.

	NEU.REC	NEU.OLV	NEG.REC	NEG.OLV	F.A. NEU	F.A. NEG	D´NEUTRAS	D´ NEG.
SÍMBOLOS	0,55**	0,45**					0,47**	0,38*
LyN	0,47**	0,56***	0,45**	0,37*	0,55***	0,38*		

Tabla 19. NEU.REC. Palabras neutras de la categoría de recordar; NEU.OLV: Palabras neutras de la categoría de olvidar; NEG.REC: Palabras negativas de la categoría de recordar; NEG.OLV: Palabras negativas de la categoría de olvidar. F.A. NEU: Falsas alarmas cometidas ante las palabras neutras; F.A. NEG: Falsas alarmas cometidas ante las palabras negativas; D´ NEUTRAS: Índice de discriminación de las palabras neutras; D´ NEG.: Índice de discriminación de las palabras negativas; LyN: Prueba de letras y números.

2.3.2.2. Electrofisiológicos

i) *Análisis del estímulo*

En la figura 36 aparecen los GP asociados a las palabras negativas y neutras. Además, en la figura 37 aparecen los mapas de las diferencias entre las palabras negativas y neutras.

En el periodo 300-500 ms. se obtuvo una interacción Emoción x Caudalidad x Grupo [$F(1,62)=6,81$; $p=0,011$; $\eta^2_p=0,1$; figura 38] donde las palabras negativas elicitaron una mayor positividad que las palabras neutras en electrodos anteriores en el grupo de adultos jóvenes ($p=0,031$). No se encontraron efectos en el grupo de adultos mayores.

Análisis correlacional

En la tabla 20 aparecen las correlaciones significativas en los diferentes periodos analizados entre los P.E. asociados a los dos tipos de imágenes en la fase de estudio y el rendimiento posterior en la prueba de reconocimiento.

	JÓVENES	
	NEUTRAS	NEGATIVAS
	300-500	300-500
RCNTO ITEMS RECORDAR		
RCNTO ITEMS OLVIDAR	0,35* A.D.	

Tabla 20. Rcnto: Reconocimiento. A.I.: Anterior Izquierdo; A.M.: Anterior Medial; A.D.: Anterior Derecho; P.I.: Posterior Izquierdo; P.M.: Posterior Medial; P.D.: Posterior Derecho. * $p<0,05$, ** $p<0,01$, *** $p>0,001$.

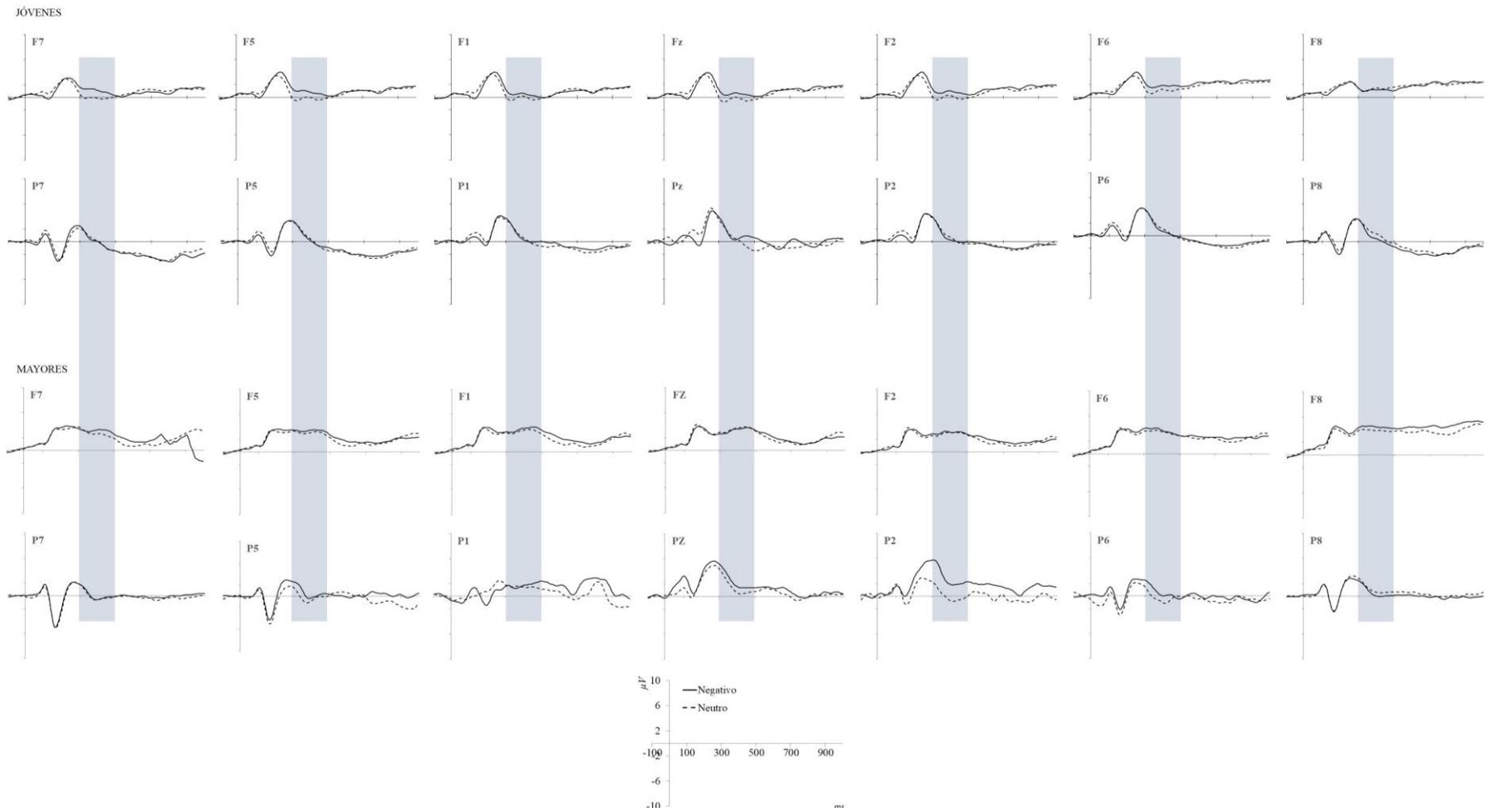


Figura 36. Grandes promedios de las palabras negativas y neutras en el grupo de adultos jóvenes y de adultos mayores. La zona sombreada corresponde al periodo 300-500 ms.

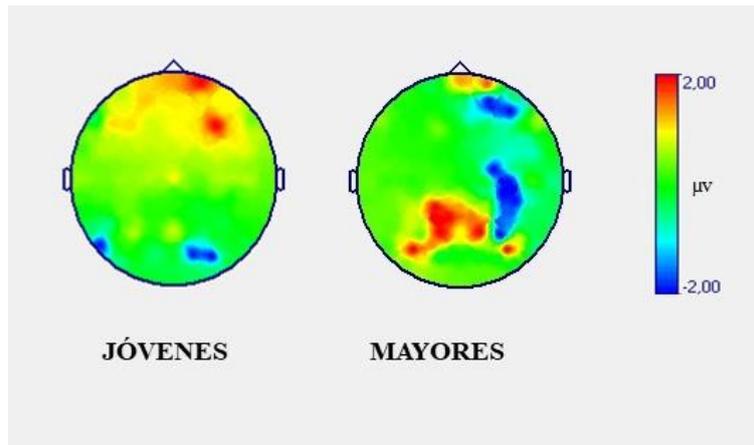


Figura 37. Mapa de las diferencias entre las palabras negativas y neutras en el grupo de adultos jóvenes y adultos mayores entre los 300-500 ms. Los mapas topográficos se han realizado teniendo en cuenta el montaje total de 37 electrodos.

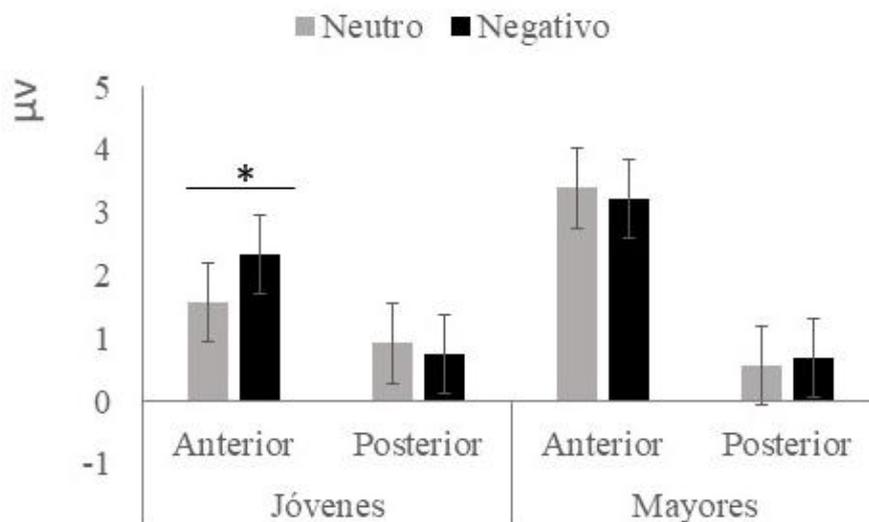


Figura 38. Amplitudes medias relacionadas con la palabra en el periodo 300-500 ms. Las barras representan los microvoltios evocados por las imágenes negativas y neutras la caudalidad. * $p < 0,05$.

ii) Análisis de la instrucción

En las figuras 39, 40, 41 y 42 aparecen los GP asociados a la instrucción de olvidar y de recordar en palabras negativas y neutras. Además, en las figuras 43 y 44 aparecen los mapas de las diferencias entre la instrucción de recordar y la instrucción de olvidar en las palabras negativas y neutras.

En el periodo 100-200 ms. se encontró una interacción Instrucción x Caudalidad [$F(1,63)=18,9$; $p \leq 0,001$; $\eta^2_p=0,23$]. Los análisis de efectos simples reflejaron una mayor positividad asociada a la instrucción de olvidar que a la instrucción de recordar en zonas posteriores ($p=0,028$). Asimismo, se obtuvo una interacción Instrucción x Caudalidad x Grupo [$F(1,63)=8,71$; $p=0,004$; $\eta^2_p=0,12$; figura 45]. En el grupo de adultos jóvenes, la instrucción de recordar evocó una mayor positividad que la instrucción de olvidar en electrodos anteriores ($p=0,04$). Sin embargo, en electrodos posteriores la instrucción de olvidar evocó una mayor positividad que la instrucción de recordar ($p=0,008$). En el grupo de adultos mayores no se encontraron efectos significativos. Por último, se obtuvo una interacción marginal Instrucción x Emoción x Lateralidad [$F(1,84, 116,12)=2,5$; $p=0,09$; $\eta^2_p=0,38$; figura 45] donde la instrucción de olvidar evocó una mayor positividad que la instrucción de recordar en palabras neutras en electrodos del hemisferio izquierdo ($p=0,05$).

A continuación, en el periodo 200-250 ms. hubo un efecto principal de Instrucción [$F(1,63)=8,44$; $p=0,005$; $\eta^2_p=0,12$] donde la instrucción de recordar evocó mayor positividad que la instrucción de olvidar. También se encontró una interacción Instrucción x Grupo [$F(1,63)=5,17$; $p=0,026$; $\eta^2_p=0,08$], en el grupo de adultos jóvenes la instrucción de recordar evocó una mayor positividad que la instrucción de olvidar ($p \leq 0,001$). Sin embargo, este efecto no se encontró en el grupo de adultos mayores.

Asimismo, se obtuvo una interacción Instrucción x Caudalidad [$F(1,63)=20,39$; $p\leq 0,001$; $\eta^2_p=0,24$], donde la instrucción de recordar evocó mayor positividad que la instrucción de olvidar en electrodos anteriores ($p\leq 0,001$). Asimismo, se encontró una interacción Instrucción x Caudalidad x Grupo [$F(1,63)=6,86$; $p=0,011$; $\eta^2_p=0,098$]. En el grupo de adultos jóvenes la instrucción de recordar evocó una mayor positividad que la instrucción de olvidar en electrodos anteriores ($p\leq 0,001$). En el grupo de adultos mayores no hubo este efecto. Se encontró una interacción Instrucción x Lateralidad [$F(1,9, 120,1)=11,79$; $p\leq 0,001$; $\eta^2_p=0,16$], donde la instrucción de recordar elicó una mayor positividad que la instrucción de olvidar en electrodos mediales ($p=0,002$) y del hemisferio derecho ($p\leq 0,001$). También se obtuvo una interacción marginal Instrucción x Emoción x Lateralidad [$F(1,9, 121,4)=2,53$; $p=0,08$; $\eta^2_p=0,04$], donde la instrucción de recordar evocó mayor positividad que la instrucción de olvidar en palabras neutras en electrodos mediales ($p=0,0014$) y del hemisferio derecho ($p\leq 0,001$) y en palabras negativas también en electrodos mediales ($p=0,03$) y del hemisferio derecho ($p=0,01$). Por último, se obtuvo una interacción Instrucción x Emoción x Lateralidad x Caudalidad x Grupo [$F(1,95, 122,7)=3,83$; $p=0,04$; $\eta^2_p=0,05$; figura 46]. Análisis de efectos simples en el grupo de adultos jóvenes reflejaron que la instrucción de recordar evocó mayor positividad que la instrucción de olvidar en electrodos anteriores en palabras neutras tanto en electrodos anteriores del hemisferio izquierdo ($p=0,002$), como mediales ($p\leq 0,001$) como del hemisferio derecho ($p\leq 0,001$). Este efecto también se produjo en las palabras negativas tanto en electrodos anteriores del hemisferio izquierdo ($p=0,001$), como mediales ($p=0,001$) y del hemisferio derecho ($p=0,001$). En los adultos mayores no se encontraron estas diferencias.

En el periodo 250-300 ms. hubo un efecto principal de la Instrucción [$F(1,63)=24,6$, $p\leq 0,001$, $\eta^2_p = 0,28$] donde la instrucción de recordar evocó mayor

positividad que la instrucción de olvidar. También se encontró una interacción Instrucción x Grupo [$F(1,63)=4,5$; $p=0,038$; $\eta^2_p=0,067$; figura 47], mientras que en el grupo de adultos jóvenes la instrucción de recordar evocó una mayor positividad que la instrucción de olvidar ($p\leq 0,001$), en el grupo de adultos mayores estas diferencias fueron menores ($p=0,05$). Asimismo, se obtuvo una interacción Instrucción x Caudalidad [$F(1,63)=5,49$; $p=0,022$; $\eta^2_p=0,08$; figura 47], donde la instrucción de recordar evocó mayor positividad que la instrucción de olvidar en electrodos anteriores ($p\leq 0,001$) y posteriores ($p=0,03$). Por último, se encontró una interacción Instrucción x Lateralidad [$F(1,95, 122,6)=10,3$; $p\leq 0,001$; $\eta^2_p=0,14$], donde la instrucción de recordar evocó mayor positividad que la instrucción de olvidar en electrodos del hemisferio izquierdo ($p=0,006$), en electrodos mediales ($p\leq 0,001$) y del hemisferio derecho ($p\leq 0,001$).

Más tarde, en el periodo 300-400 ms. hubo un efecto principal de Instrucción [$F(1,63)=8,16$; $p=0,006$; $\eta^2_p=0,11$] donde la instrucción de recordar evocó mayor positividad que la instrucción de olvidar. Asimismo, se encontró una interacción marginal Instrucción x Lateralidad [$F(1,83, 115,5)=8,74$; $p\leq 0,001$; $\eta^2_p=0,122$], donde la instrucción de recordar evocó mayor positividad que la instrucción de olvidar en electrodos mediales ($p\leq 0,001$) y del hemisferio derecho ($p=0,003$).

En el periodo 400-500 ms. hubo una interacción Instrucción x Caudalidad [$F(1,63)=7,82$; $p=0,007$; $\eta^2_p=0,11$]. Sin embargo, los análisis de efectos simples no arrojaron diferencias significativas entre ambas instrucciones en una misma caudalidad sino como cambia la instrucción en función de la caudalidad. En este sentido, la instrucción de recordar evocó mayor positividad en electrodos posteriores que anteriores ($p=0,017$). Asimismo, se encontró una interacción Instrucción x Caudalidad x

Lateralidad [$F(1,93, 113,03)=7,63$; $p=0,001$; $\eta^2_p=0,11$], donde la instrucción de olvidar evocó mayor positividad que la instrucción de recordar en electrodos anteriores mediales ($p=0,036$).

En el periodo 500-700 ms. hubo un efecto principal de la Instrucción [$F(1,63)=4,19$; $p=0,04$; $\eta^2_p =0,06$] donde la instrucción de olvidar evocó mayor positividad que la instrucción de recordar. Asimismo, se obtuvo una interacción Instrucción x Emoción [$F(1,63)=5,95$; $p=0,018$; $\eta^2_p=0,086$; figura 48] donde la instrucción de olvidar evocó mayor positividad que la instrucción de recordar en palabras neutras ($p=0,004$). Además, se encontró una interacción Instrucción x Lateralidad x Grupo [$F(1,73, 109)=5,15$; $p=0,01$; $\eta^2_p=0,08$] donde la instrucción de olvidar evocó una mayor positividad que la instrucción de recordar en palabras en electrodos mediales ($p=0,003$) y del hemisferio izquierdo ($p=0,018$) en el grupo de adultos mayores. Por último, se encontró una interacción marginal Instrucción x Lateralidad x Caudalidad x Grupo [$F(1,91, 120,9)=2,79$; $p=0,06$; $\eta^2_p=0,04$; figura 49]. Análisis de efectos simples reflejaron en el grupo de adultos mayores una mayor positividad asociada a la instrucción de olvidar que a la instrucción de recordar en electrodos anteriores del hemisferio izquierdo ($p=0,005$), y electrodos anteriores mediales ($p=0,004$). Además, la instrucción de olvidar también evocó mayor positividad que la instrucción de recordar en electrodos posteriores mediales ($p=0,018$), y marginalmente, en electrodos posteriores del hemisferio derecho ($p=0,06$). En el grupo de adultos jóvenes no se encontraron diferencias.

Por último, en el periodo 700-900 ms. hubo un efecto principal de la Instrucción [$F(1,63)=5,92$, $p=0,018$, $\eta^2_p = 0,09$] donde la instrucción de olvidar evocó mayor positividad que la instrucción de recordar.

Análisis correlacional

En las tablas 17 y 18 aparecen las correlaciones significativas en los diferentes periodos analizados entre los P.E. asociados a las instrucciones de memoria en la fase de estudio y el rendimiento posterior en la prueba de reconocimiento.

	JÓVENES			
	NEUTRAS		NEGATIVAS	
	RCNTO -R	RCNTO-O	RCNTO-R	RCNTO-O
200-250				
INSTRUCCIÓN RECORDAR				
Palabras neutras				
Palabras negativas			0,33* P.I.	
INSTRUCCIÓN OLVIDAR				
Palabras neutras		-0,35* A.I.		
Palabras negativas				-0,39* A.I. -0,44** A.M.
250-300				
INSTRUCCIÓN RECORDAR				
Palabras neutras				
Palabras negativas			0,39* P.I. 0,36* P.D.	
INSTRUCCIÓN OLVIDAR				
Palabras neutras		0,42** P.D.		
Palabras negativas				
300-400				
INSTRUCCIÓN RECORDAR				
Palabras neutras				
Palabras negativas				
INSTRUCCIÓN OLVIDAR				
Palabras neutras		0,37* P.D		
Palabras negativas				
400-500				
INSTRUCCIÓN RECORDAR				
Palabras neutras	0,32 (p=0,07) P.I.			
Palabras negativas	0,31 (p=0,08) P.I.		-0,33* A.I. -0,34* A.M.	
INSTRUCCIÓN OLVIDAR				
Palabras neutras		0,37* P.D		
Palabras negativas				
500-700				
INSTRUCCIÓN RECORDAR				
Palabras neutras				
Palabras negativas				
INSTRUCCIÓN OLVIDAR				
Palabras neutras		-0,35* P.I.		
Palabras negativas				

Tabla 21. Rcnto-R: Reconocimiento de las palabras de la categoría de recordar; Rcnto-O: Reconocimiento de las palabras de la categoría de olvidar. A.I.: Anterior Izquierdo; A.M.: Anterior Medial; A.D.: Anterior Derecho; P.I.: Posterior Izquierdo; P.M.: Posterior Medial; P.D.: Posterior Derecho. * p<0,05; **p<0,01.

	MAYORES			
	NEUTRAS		NEGATIVAS	
	RCNTO -R	RCNTO-O	RCNTO-R	RCNTO-O
300-400				
INSTRUCCIÓN RECORDAR				
Palabras neutras	0,34* A.I.			
Palabras negativas				
INSTRUCCIÓN OLVIDAR				
Palabras neutras				
Palabras negativas				
400-500				
INSTRUCCIÓN RECORDAR				
Palabras neutras	0,36 P.I. 0,47** P.M.			
Palabras negativas				
INSTRUCCIÓN OLVIDAR				
Palabras neutras	0,35* P.I.			
Palabras negativas				
500-700				
INSTRUCCIÓN RECORDAR				
Palabras neutras	0,44* P.D.			
Palabras negativas				
INSTRUCCIÓN OLVIDAR				
Palabras neutras				
Palabras negativas				
700-900				
INSTRUCCIÓN RECORDAR				
Palabras neutras				
Palabras negativas	0,37* A.I. 0,34*A.M			
INSTRUCCIÓN OLVIDAR				
Palabras neutras				
Palabras negativas				

Tabla 22. Rcno-R: Reconocimiento de las palabras de la categoría de recordar; Rcno-O: Reconocimiento de las palabras de la categoría de olvidar. A.I.: Anterior Izquierdo; A.M.: Anterior Medial; A.D.: Anterior Derecho; P.I.: Posterior Izquierdo; P.M.: Posterior Medial; P.D.: Posterior Derecho. * p<0,05; **p<0,01.

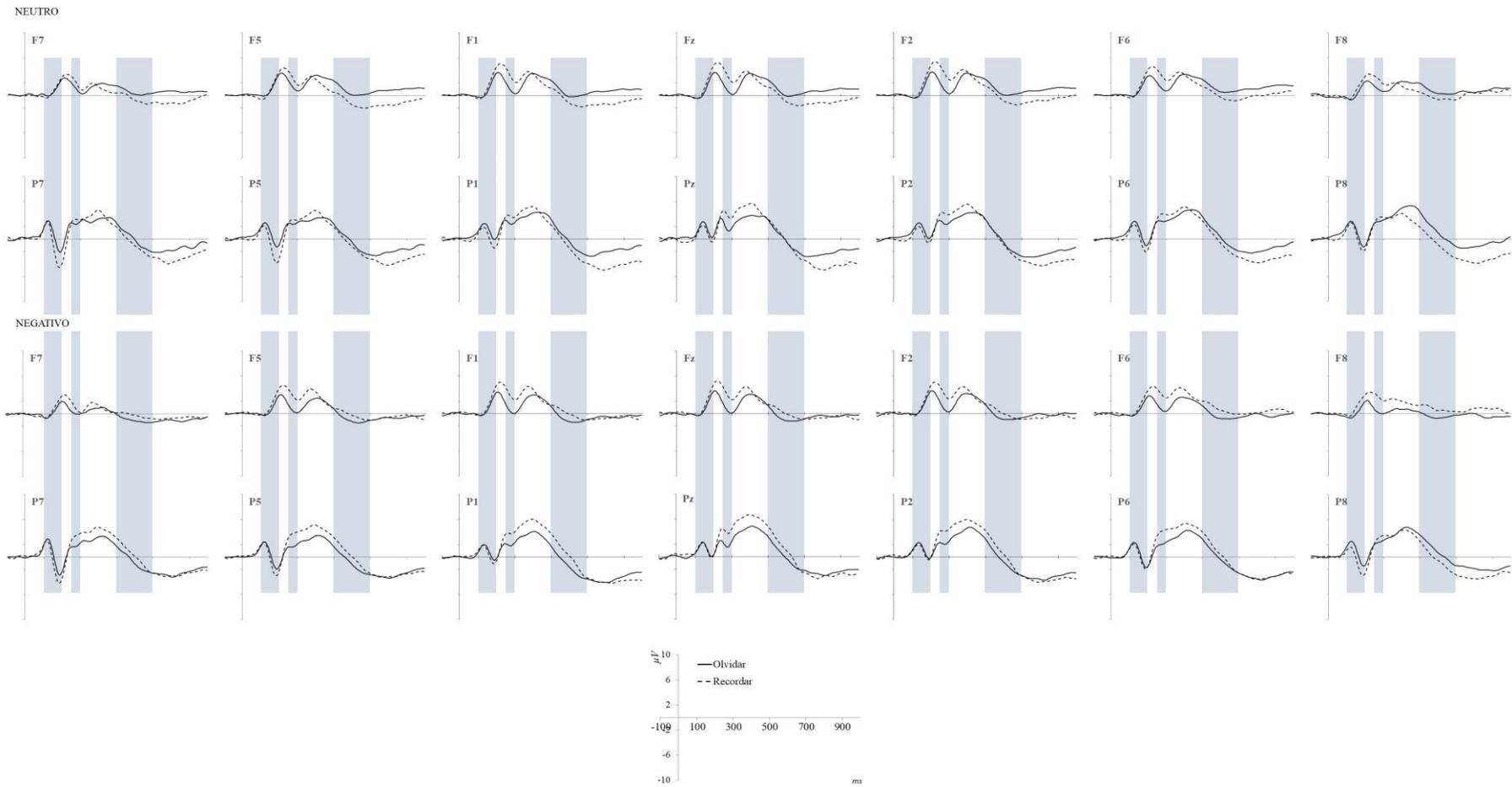


Figura 39. Grandes promedios asociados a la instrucción de olvidar y de recordar en palabras negativas y neutras en el grupo de adultos jóvenes Las zonas sombreadas se corresponden con los periodos 100-200, 250-300 y 500-700 ms.

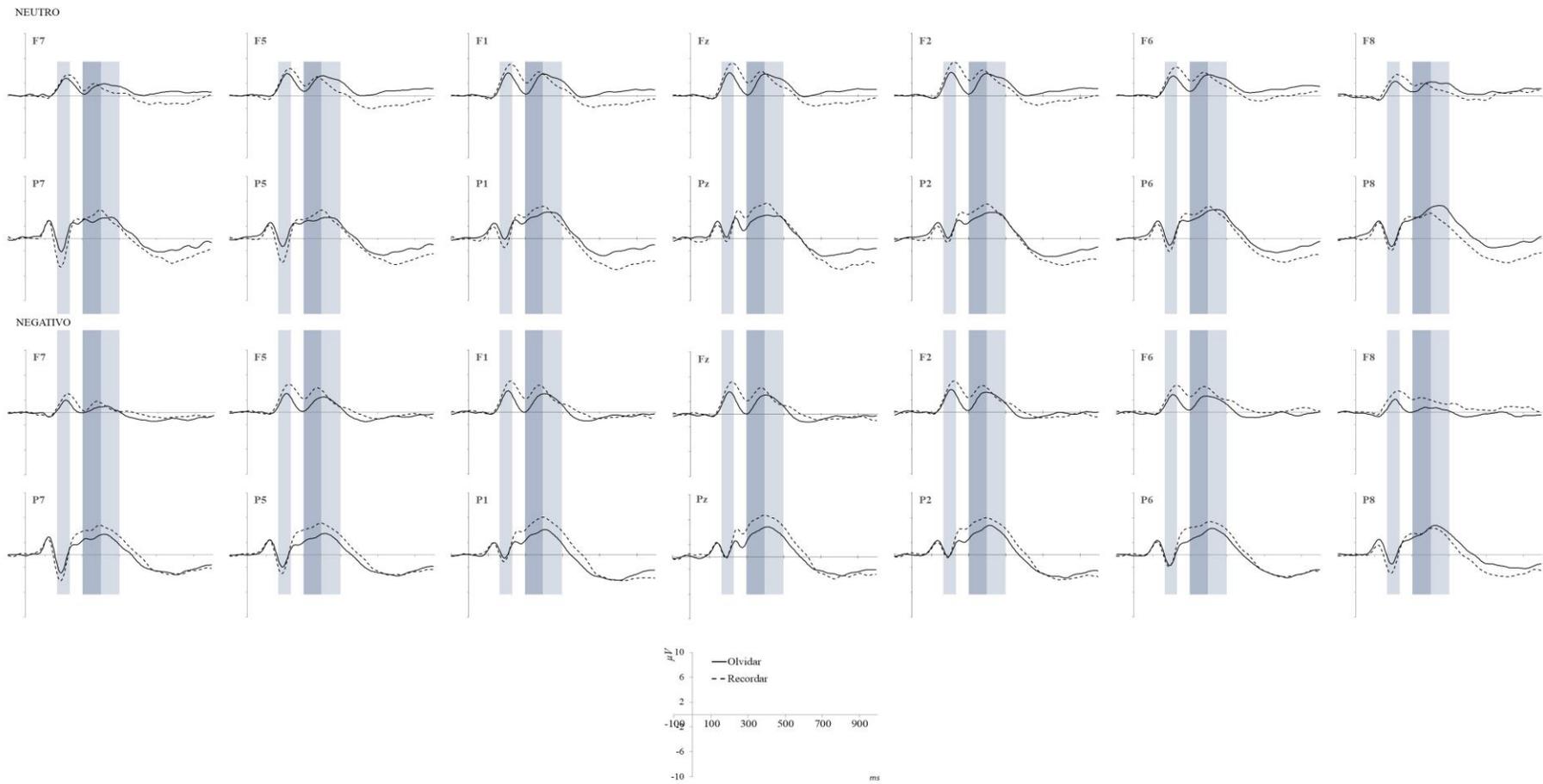


Figura 40. Grandes promedios asociados a la instrucción de olvidar y de recordar en palabras negativas y neutras en el grupo de adultos jóvenes. Las zonas sombreadas se corresponden con los periodos 200-250, 300-400 y 400-500 ms.

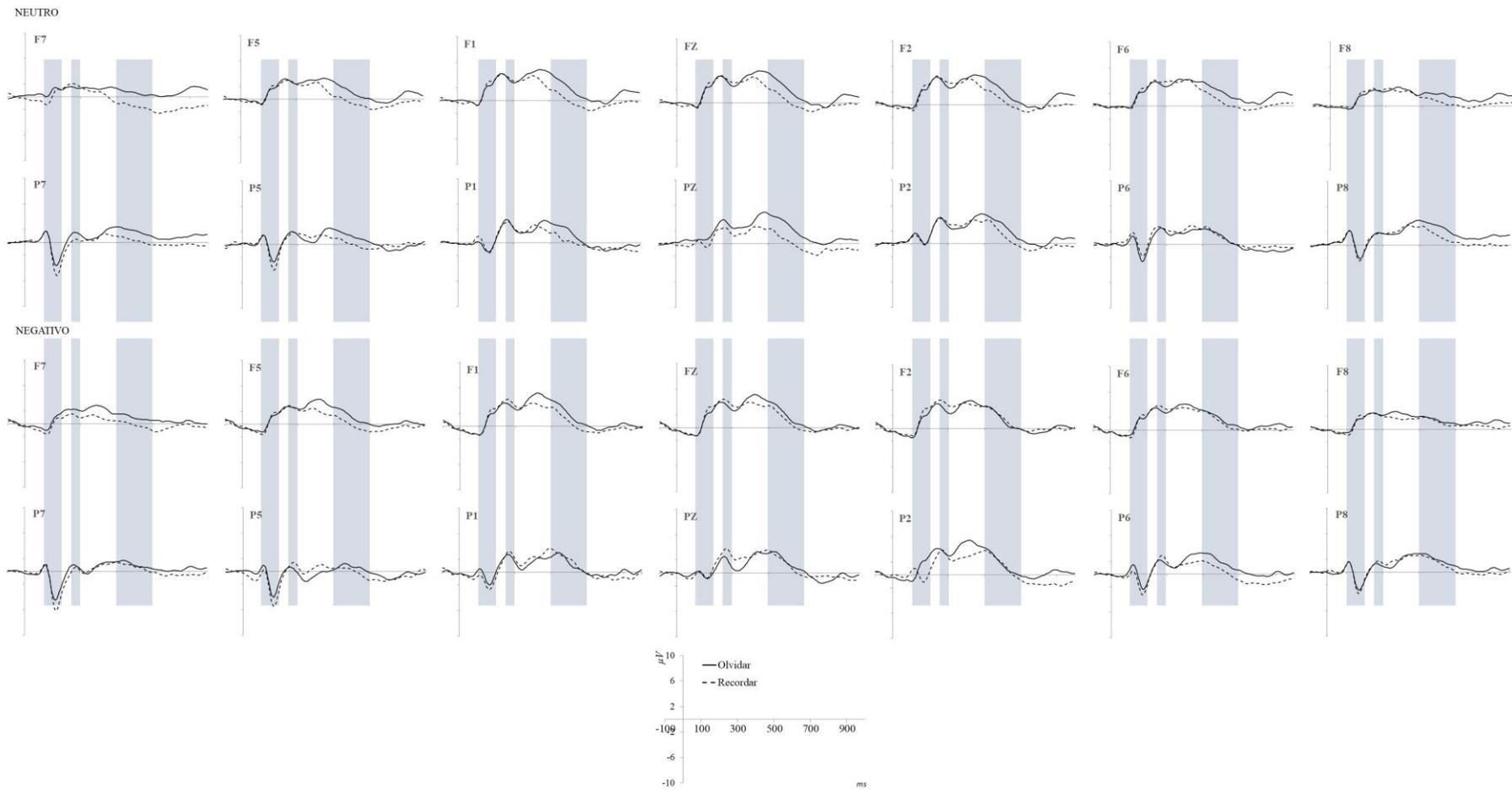


Figura 41. Grandes promedios asociados a la instrucción de olvidar y de recordar en palabras negativas y neutras en el grupo de adultos mayores. Las zonas sombreadas se corresponden con los periodos 100-200, 250-300 y 500-700 ms.

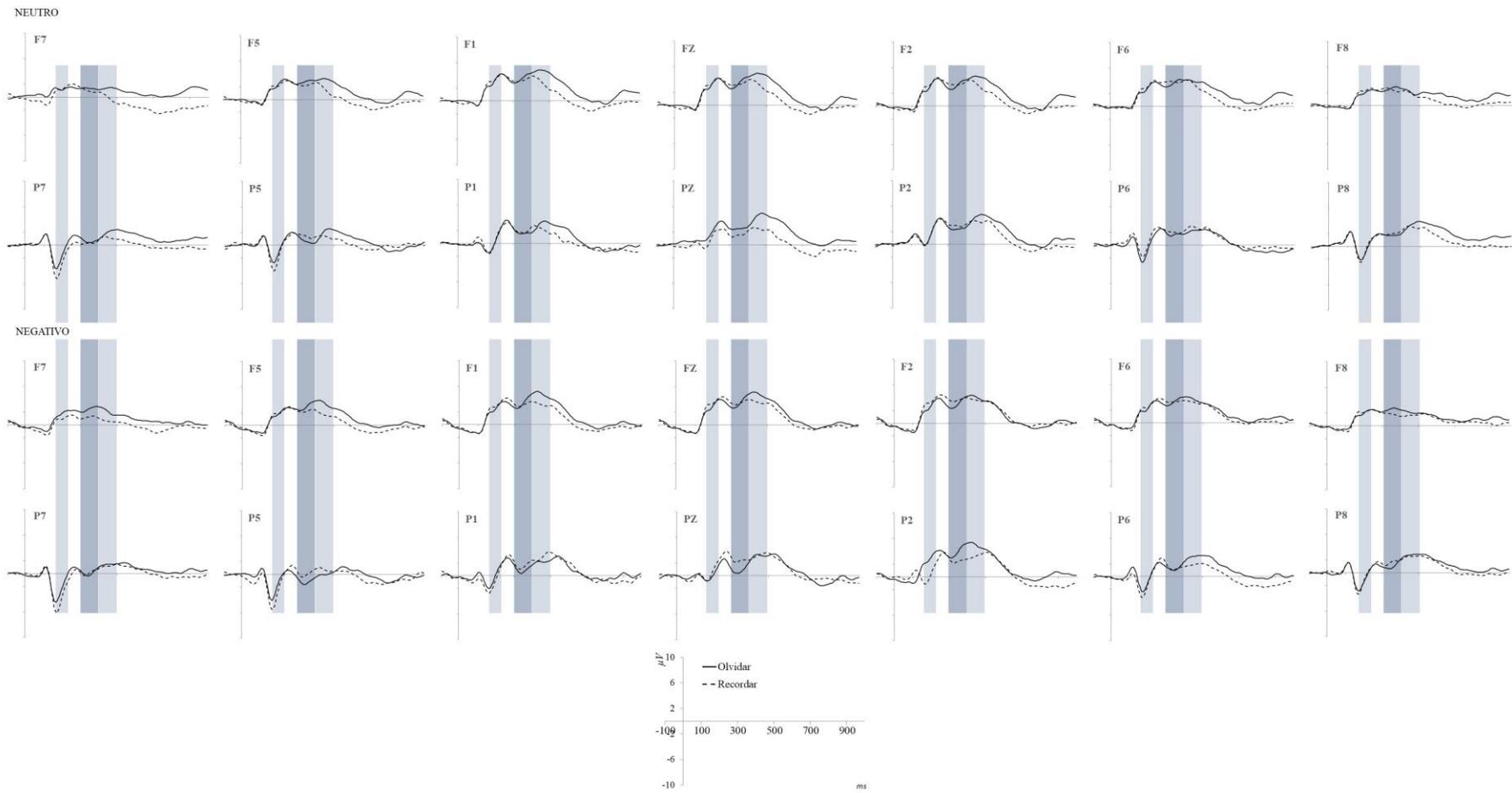


Figura 42. Grandes promedios asociados a la instrucción de olvidar y de recordar en palabras negativas y neutras en el grupo de adultos mayores. Las zonas sombreadas se corresponden con los periodos 200-250, 300-400 y 400-500 ms.

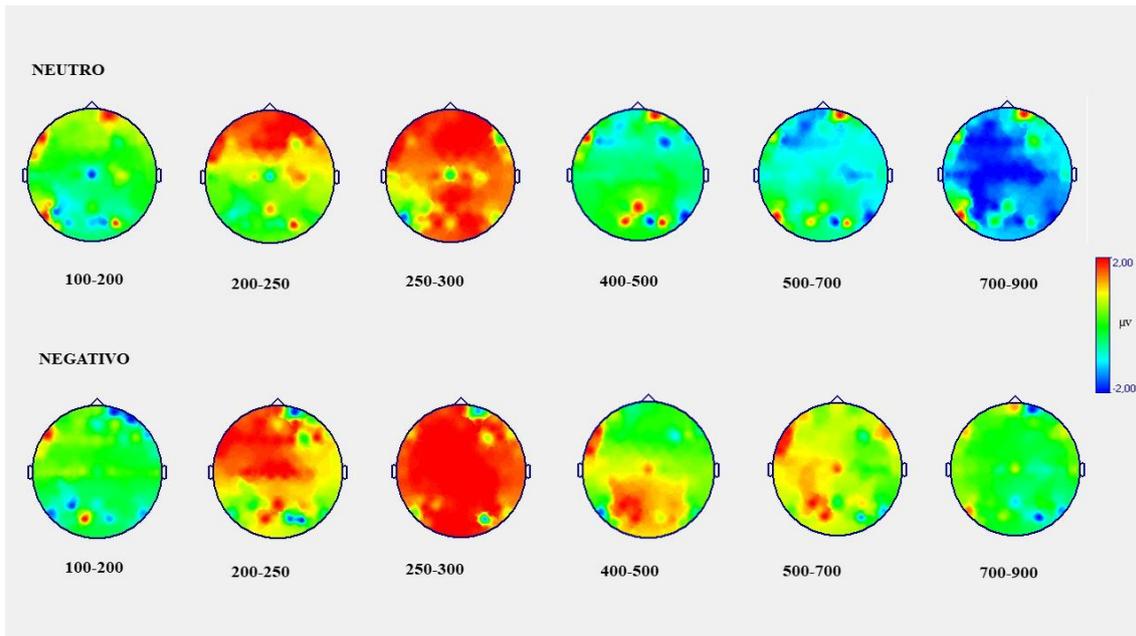


Figura 43. Mapas de las diferencias entre la instrucción de recordar y la instrucción de olvidar en las palabras negativas y neutras en el grupo adultos jóvenes en los periodos 100-200, 200-250, 250-300, 400-500, 500-700 y 700-900 ms. Los mapas topográficos se han realizado teniendo en cuenta el montaje total de 37 electrodos.

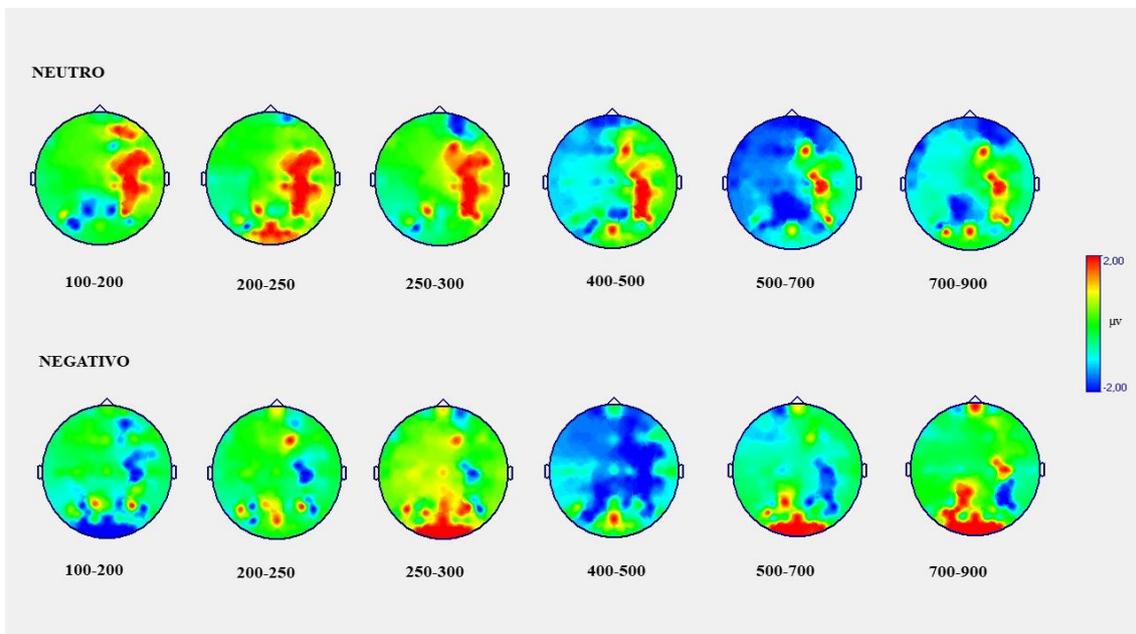


Figura 44. Mapas de las diferencias entre la instrucción de recordar y la instrucción de olvidar en las palabras negativas y neutras en el grupo de adultos mayores 100-200, 200-250, 250-300, 400-500, 500-700 y 700-900 ms. Los mapas topográficos se han realizado teniendo en cuenta el montaje total de 37 electrodos.

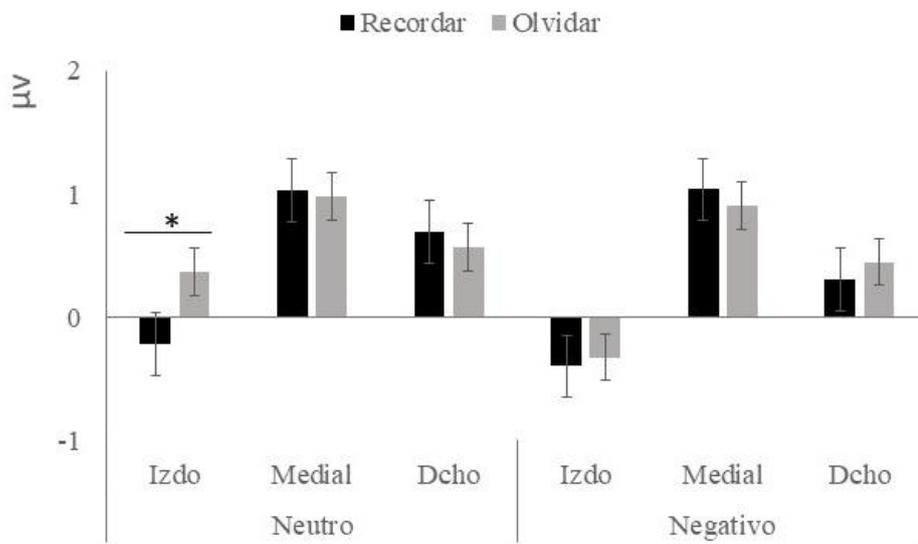
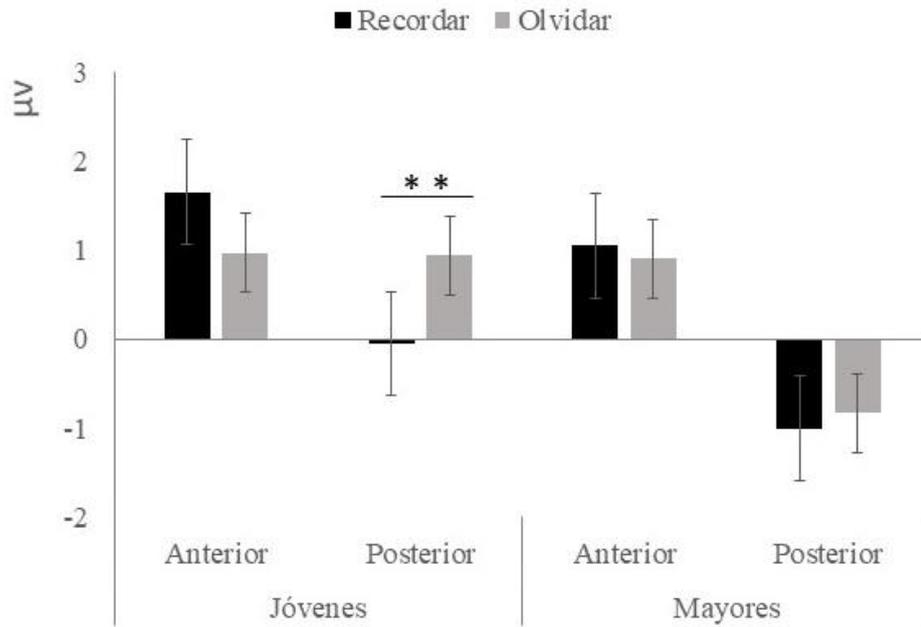


Figura 45. Amplitudes medias relacionadas con la instrucción en el periodo 100-200 ms. En la parte superior, las barras representan los microvoltios evocados por las instrucciones R y O en relación con la caudalidad en el grupo de adultos jóvenes y en el grupo de adultos mayores. En la parte inferior, las barras representan los microvoltios evocados por las instrucciones R y O basadas en la lateralidad en palabras neutras y negativas. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$.

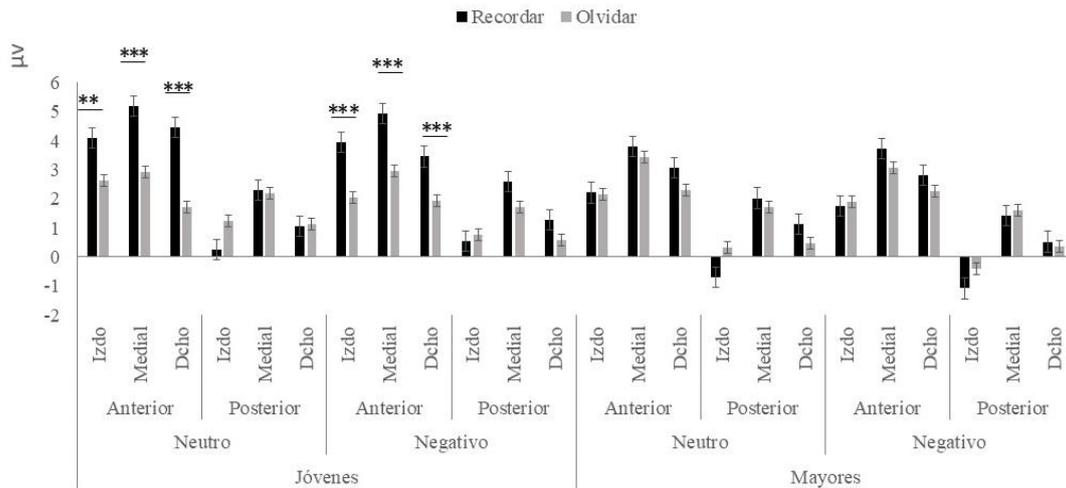


Figura 46. Amplitudes medias relacionadas con la instrucción en el periodo 200-250 ms. Las barras representan los microvoltios evocados por las instrucciones R y O basadas en la caudalidad y la lateralidad en imágenes neutras y negativas para ambos grupos. ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

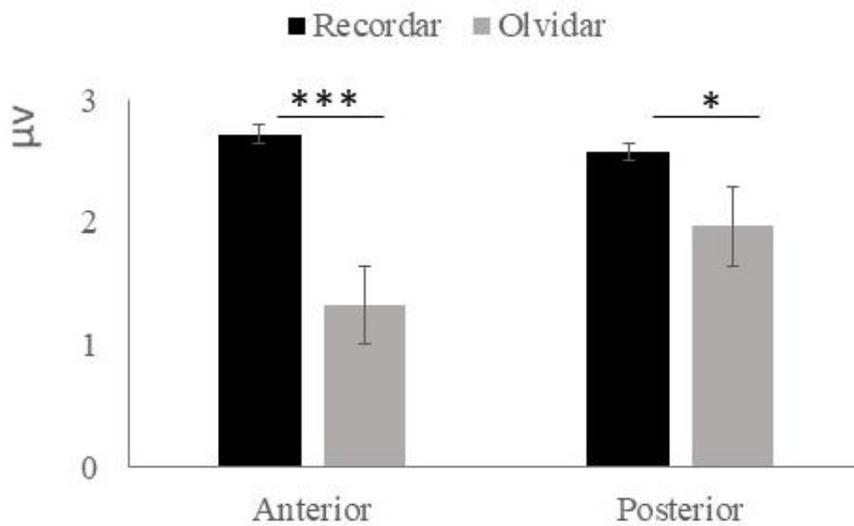
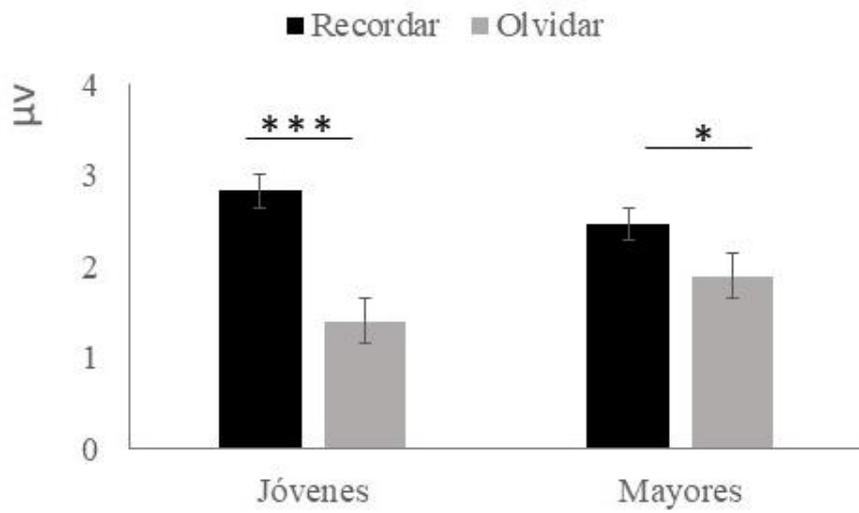


Figura 47. Amplitudes medias relacionadas con la instrucción en el periodo 250-300 ms. En la parte superior, las barras representan los microvoltios evocados por las instrucciones R y O en el grupo de adultos jóvenes y en el grupo de adultos mayores. En la parte inferior, las barras representan los microvoltios evocados por las instrucciones R y O basadas en caudalidad. * p <0,05; *** p <0,001.

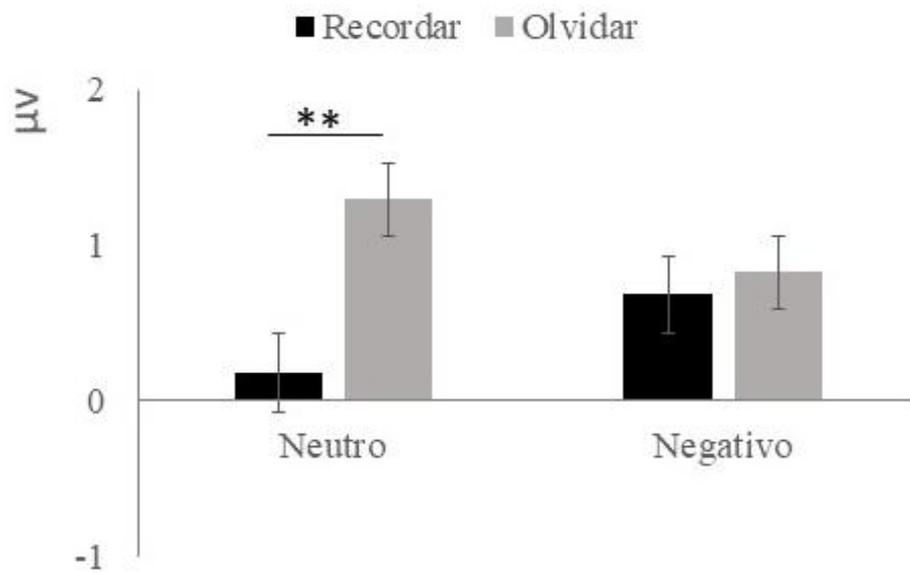


Figura 48. Amplitudes medias relacionadas con la instrucción en el periodo de 500 a 700 ms. Las barras representan los microvoltios evocados por las instrucciones R y O basadas en caudalidad y lateralidad. ** $p < 0,01$.

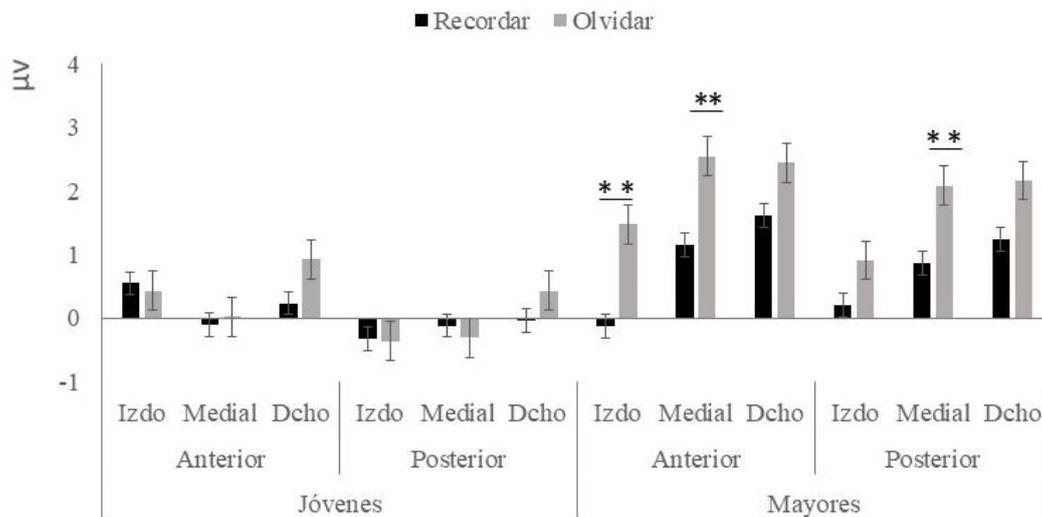


Figura 49. Amplitudes medias relacionadas con la instrucción en el periodo 500-700 ms. Las barras representan los microvoltios evocados por las instrucciones R y O basadas en la caudalidad y la lateralidad en adultos jóvenes y en adultos mayores. ** $p < 0,01$.

iii) Análisis de la prueba de detección visual

En las figuras 50 y 51 aparecen los GP asociados a la detección de la prueba visual tras las instrucciones de olvidar o de recordar en palabras negativas y neutras. Además, en las figuras 52 y 53 aparecen los mapas de las diferencias entre la detección del estímulo visual tras las instrucciones de olvidar o de recordar en las palabras negativas y neutras.

Se encontró un efecto principal de Instrucción en el periodo 150-350 ms. [$F(1,57)=4,51$; $p=0,038$; $\eta^2_p=0,07$], que se mantuvo hasta los 550 ms. [$F(1,57)=6,52$; $p=0,013$; $\eta^2_p=0,1$] donde la detección del estímulo visual tras la instrucción de olvidar evocó mayor positividad que tras la instrucción de recordar.

En el periodo 350-550 ms. se encontró una interacción Instrucción x Lateralidad x Caudalidad x Grupo [$F(1,91, 109,1)=3,74$; $p=0,029$; $\eta^2_p=0,06$; Figura 54] donde la prueba de detección visual tras la instrucción de olvidar evocó mayor positividad que tras la instrucción de recordar en electrodos anteriores del hemisferio derecho ($p=0,03$), posteriores del hemisferio izquierdo ($p=0,014$) y posteriores mediales ($p=0,001$) en el grupo de adultos jóvenes. No se encontraron estos efectos en el grupo de adultos mayores. Por último, se encontró una interacción marginal Instrucción x Emoción [$F(1,57)=2,8$; $p=0,09$; $\eta^2_p=0,05$; Figura 55] donde la prueba de detección visual tras la instrucción de olvidar evocó mayor positividad que tras la instrucción de recordar en palabras negativas ($p=0,003$). No se encontraron estas diferencias en palabras neutras. Tampoco se encontraron diferencias en la prueba de detección visual precedida de la instrucción de olvidar palabras negativas y la prueba de detección visual precedida de la instrucción de olvidar palabras neutras.

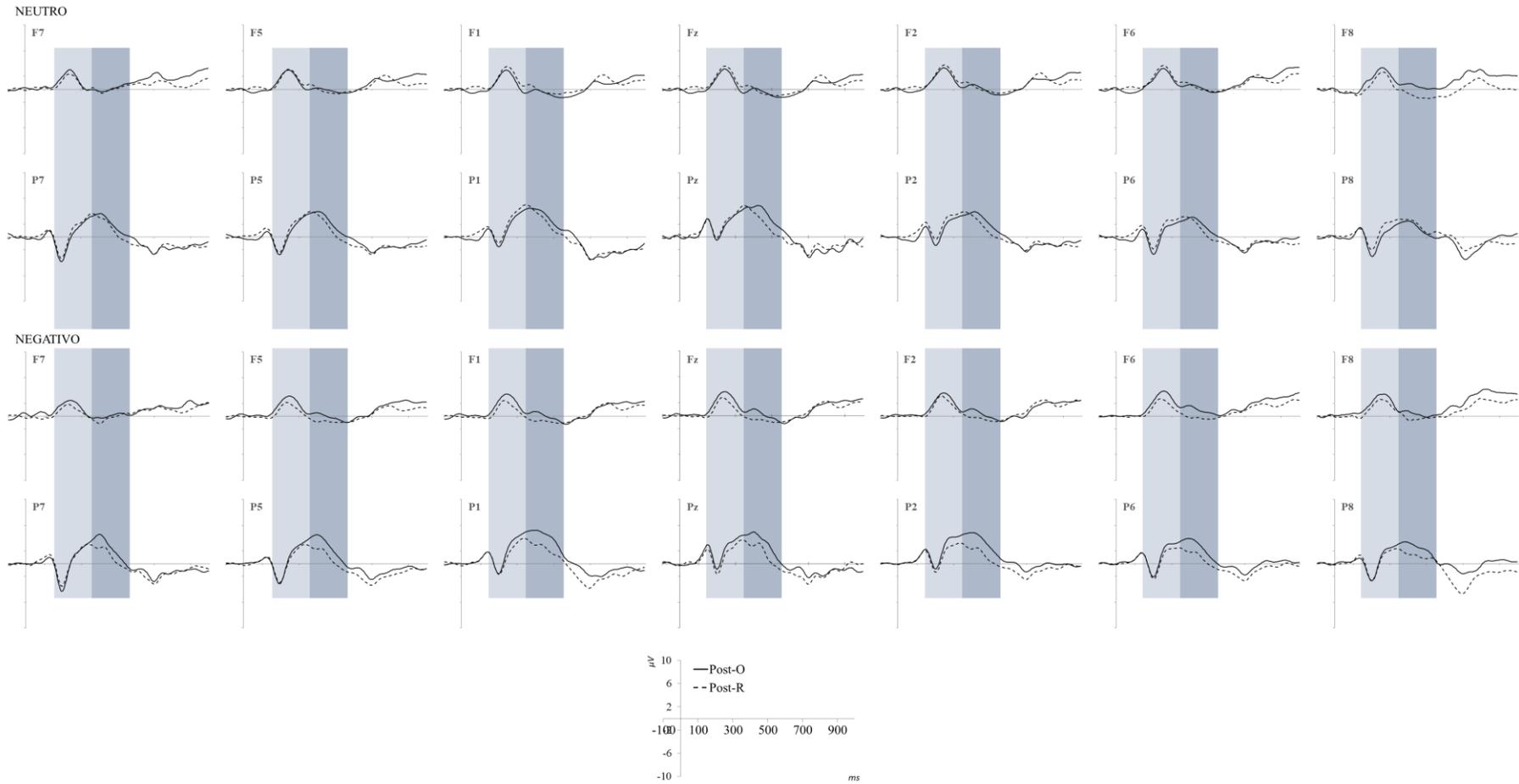


Figura 50. Grandes promedios asociados a la detección del estímulo visual tras las instrucciones de olvidar (Post-O) o recordar (Post-R) palabras negativas y neutras en el grupo de adultos jóvenes. Las zonas sombreadas se corresponden con los periodos 150-350 y 350-550 ms.

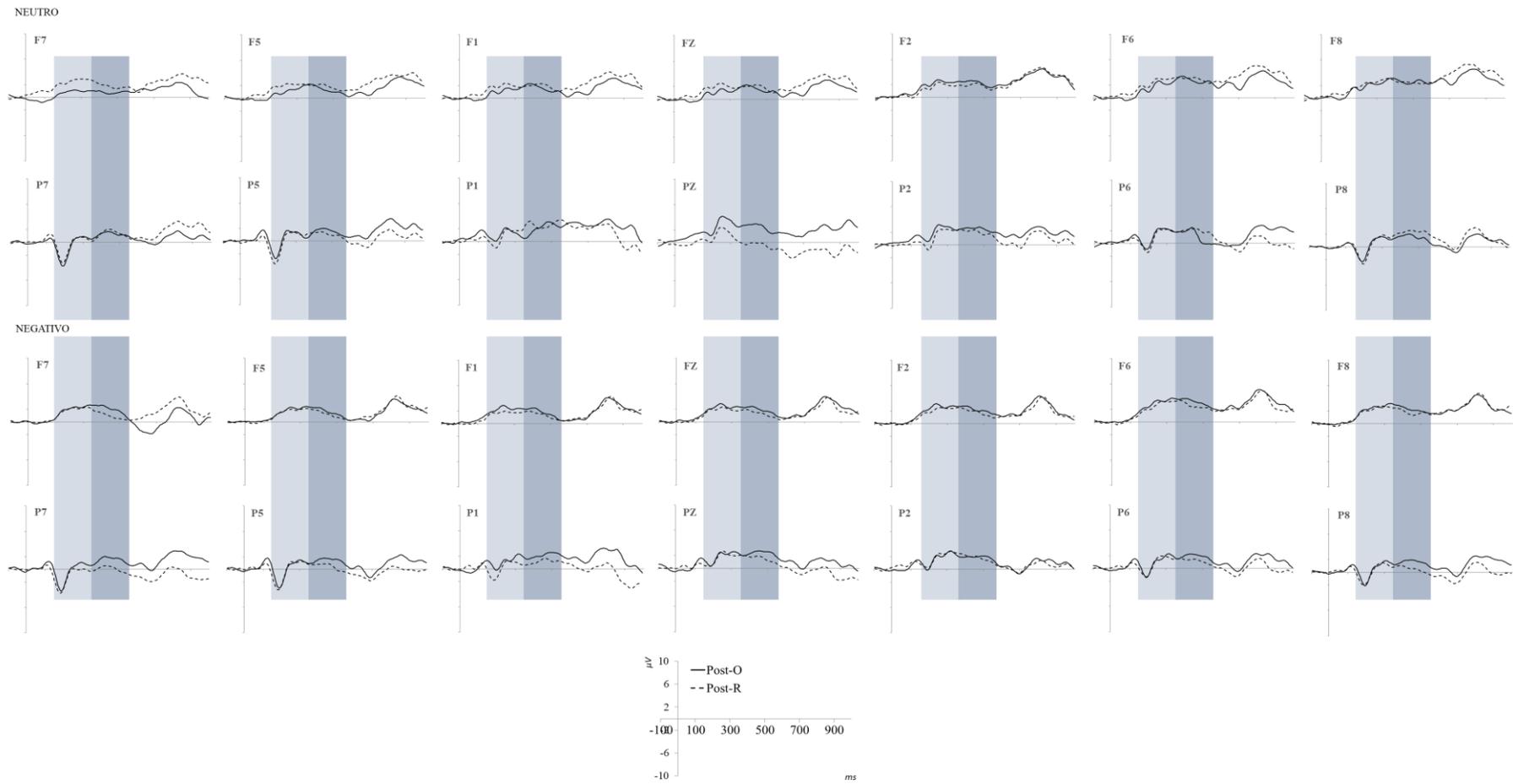


Figura 51. Grandes promedios asociados a la detección del estímulo visual tras las instrucciones de olvidar (Post-O) o recordar (Post-R) en palabras negativas y neutras en el grupo de adultos mayores. Las zonas sombreadas se corresponden con los periodos 150-350 y 350-550 ms.

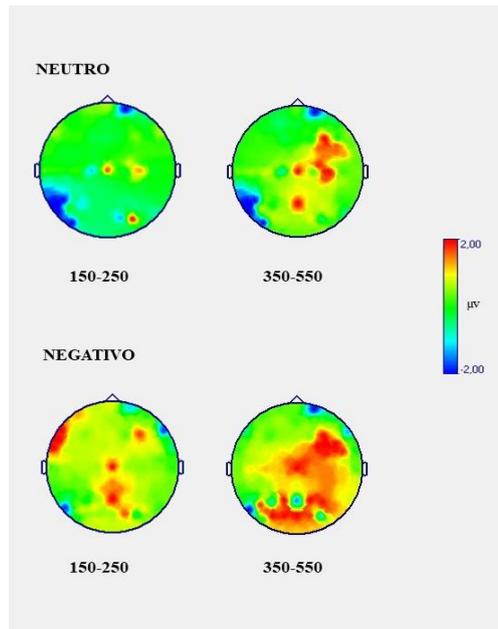


Figura 52. Mapas de las diferencias entre la detección del estímulo visual tras las instrucciones de olvidar (Post-O) o recordar (Post-R) en las palabras negativas y neutras en el grupo de adultos jóvenes en los periodos 150-350, y 350-550 ms. Los mapas topográficos se han realizado teniendo en cuenta el montaje total de 37 electrodos.

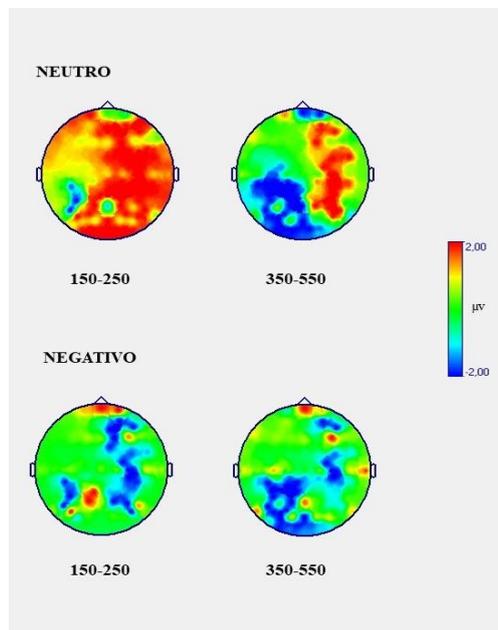


Figura 53. Mapas de las diferencias entre la detección del estímulo visual tras las instrucciones de olvidar (Post-O) o recordar (Post-R) en las palabras negativas y neutras en el grupo de adultos mayores en los periodos 150-350, y 350-550 ms. Los mapas topográficos se han realizado teniendo en cuenta el montaje total de 37 electrodos.

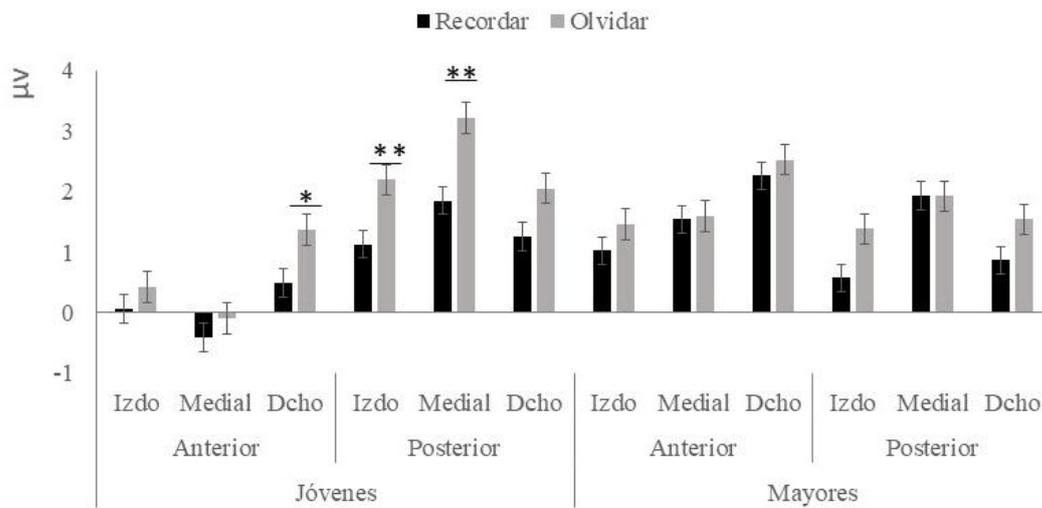


Figura 54. Amplitudes medias relacionadas con la prueba de detección visual en el periodo 350-550 ms Las barras representan los microvoltios evocados por la prueba de detección visual asociada a las instrucciones R y O basadas en la caudalidad y lateralidad en adultos jóvenes y adultos mayores. * p < 0,05; ** p < 0,01.

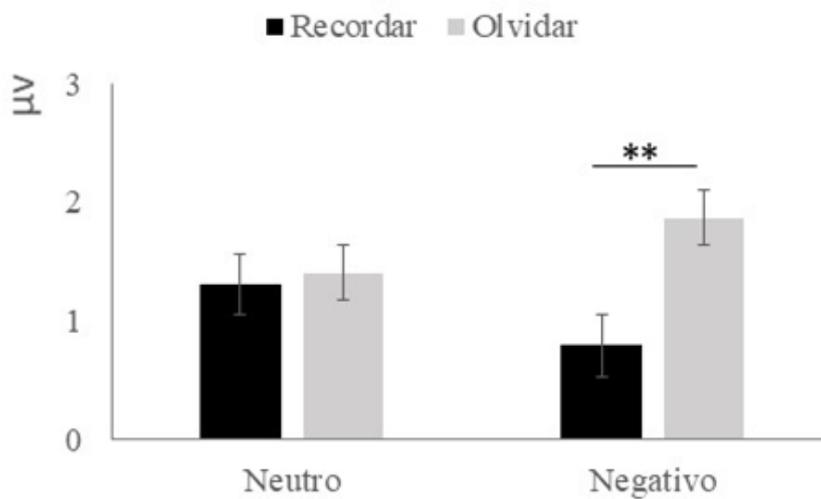


Figura 55. Amplitudes medias relacionadas con la prueba de detección visual en el periodo 350-550 ms Las barras representan los microvoltios evocados por la prueba de detección visual asociada a las instrucciones R y O basadas en el contenido emocional. ** p < 0,01.

2.3.3. Discusión

El experimento 3 tuvo como objetivo comprobar si los resultados obtenidos en el experimento 2 se mantenían utilizando palabras como estímulos o si, por el contrario, se modificaban los efectos (tanto a nivel conductual como electrofisiológico). A continuación, se discutirán los resultados conductuales y electrofisiológicos.

i) Resultados conductuales

Los resultados conductuales de la prueba de detección visual reflejaron mayores TRs ante la prueba de detección visual precedida de la instrucción de olvidar que ante la prueba de detección visual precedida de la instrucción de recordar en el grupo de adultos jóvenes mientras que en el grupo de adultos mayores no hubo diferencias entre ambas condiciones. Los resultados obtenidos en el grupo de adultos jóvenes coinciden con los encontrados en el experimento 2 y son congruentes con los obtenidos en otros estudios en los que se han utilizado eventos y segmentos de vídeo (Fawcett et al., 2013; Lee y Hsu, 2013) como material de estudio lo que valida el procedimiento de Fawcett y Taylor (2008). Por tanto, los resultados del experimento 3 indican que olvidar es más demandante que recordar. Sin embargo, en el grupo de adultos mayores no se han encontrado diferencias en la implementación de las instrucciones de memoria lo que indicaría que este grupo está dedicando el mismo esfuerzo ante la instrucción de recordar que ante la instrucción de olvidar. Al igual que en el experimento 2 no se ha encontrado una interacción Instrucción x Emoción por lo que olvidar palabras negativas no parece ser cognitivamente más demandante que olvidar palabras neutras. Estos resultados van en la línea de los encontrados en el experimento 2 con imágenes y van en consonancia con los resultados obtenidos por Lee y Hsu (2013) utilizando eventos.

Los resultados conductuales de la prueba de reconocimiento reflejaron un efecto del olvido tanto para palabras negativas como neutras en ambos grupos. Estos resultados van en la línea de los obtenidos en otros estudios en los que se han utilizado palabras (Gallant et al., 2018) y además replican los resultados obtenidos con imágenes. Asimismo, se encontró una interacción Instrucción x Grupo, donde en el grupo de adultos jóvenes se encontraron más aciertos para las palabras de la categoría de recordar que en el grupo de adultos mayores. Por último, se encontró una interacción Instrucción x Grupo x Emoción en donde se encontraron más aciertos para las palabras de la categoría de olvidar en imágenes negativas que neutras en el grupo de adultos jóvenes. En contra de lo sucedido en los experimentos anteriores con imágenes, en palabras la emoción sí que ha modulado el efecto del olvido provocando un menor efecto del olvido en palabras negativas en el grupo de adultos jóvenes. En tiempos de reacción se encontró en ambos grupos efecto de la instrucción, reflejando de nuevo efecto del olvido en palabras negativas y neutras. Asimismo, al igual que en los experimentos anteriores, se encontró un efecto de la emoción en el que se obtuvieron mayores TRs ante palabras negativas que ante palabras neutras. Con respecto al reconocimiento global, ambos grupos cometieron más falsas alarmas ante palabras negativas que neutras. Cuando se analizó la sensibilidad en el reconocimiento tanto adultos jóvenes como adultos mayores tuvieron una mayor discriminación para palabras neutras que negativas y, además, los adultos jóvenes tuvieron una mayor discriminación general que los adultos mayores. Con relación al sesgo de respuesta ambos grupos adoptaron un criterio más liberal en las palabras negativas que en las neutras.

El análisis correlacional realizado entre las pruebas de la evaluación cognitiva y el rendimiento en la prueba de reconocimiento indica que la velocidad de procesamiento (prueba de búsqueda de símbolos) está significativamente asociada tanto con el

reconocimiento de las palabras neutras de recordar como de olvidar, así como con la puntuación de discriminación global de la tarea de reconocimiento. Asimismo, la capacidad de la memoria de trabajo (prueba de letras y números) está significativamente asociada con el reconocimiento de las palabras de recordar y de olvidar tanto neutras como negativas. Además, la capacidad de la memoria de trabajo también correlacionó con la proporción de falsas alarmas. Este resultado es contrario al resultado obtenido en los experimentos 1 y 2 donde la correlación era negativa, aunque marginal. Sin embargo, aquí hemos obtenido una correlación positiva lo que indica que el grupo de adultos mayores que presenta una mayor capacidad de trabajo es más proclive a cometer más falsas alarmas.

ii) Resultados electrofisiológicos

En el análisis de los P.E. asociados al estímulo se observó un efecto de la emoción, donde las palabras negativas evocaron mayor positividad que las palabras neutras desde los 300 ms. hasta los 500 ms. en electrodos anteriores en el grupo de adultos jóvenes. Estos resultados van en la línea de los obtenidos por otros autores. Brandt et al. (2013) encontraron una mayor positividad asociada a las palabras negativas en zonas anteriores entre los 300-600 ms. Sin embargo, en los experimentos anteriores con imágenes encontramos ese efecto más prolongado en el tiempo y en electrodos posteriores. Además, mientras que en imágenes la mayor positividad asociada a las imágenes negativas aparece tanto en adultos jóvenes como en adultos mayores, en palabras sólo encontramos ese efecto en el grupo de adultos jóvenes.

El análisis correlacional realizado entre los P.E. asociados a la presentación del estímulo y el reconocimiento posterior reflejó una correlación positiva entre los P.E.

asociados a la instrucción de recordar y el reconocimiento de palabras neutras (tabla 20). Esta correlación es similar a la encontrada en el experimento 2 en ese mismo periodo (300-500 ms.), aunque en este caso se asocia a los electrodos anteriores mientras que en el experimento 2 se asociaba a los electrodos posteriores (tabla 13). Esta discrepancia en la topografía puede estar motivada porque en el experimento 3 con palabras la mayor positividad asociada al estímulo negativo se produce en electrodos anteriores.

Con relación a los P.E. asociados a la instrucción de recordar se observó una mayor positividad asociada a la instrucción de recordar entre los 200-250 ms. sólo en el grupo de adultos jóvenes. Este efecto se ha relacionado en la literatura con el componente P2 y se ha asociado a la asignación de recursos atencionales, por lo que podría estar reflejando una mayor asignación de recursos atencionales a la instrucción de recordar. Asimismo, entre los 300-400 ms. la instrucción de recordar evocó mayor positividad que la instrucción de olvidar en los electrodos del hemisferio izquierdo y en los electrodos mediales. Algunos estudios han encontrado este efecto en electrodos posteriores y lo han relacionado con el componente P3 que podría estar reflejando el repaso selectivo de los ítems de recordar (Bailey y Chapman, 2012; Patrick et al., 2015; Gallant y Dyson, 2016). Aunque esperábamos que las diferencias entre ambas instrucciones en este periodo fuesen menores en el grupo de adultos mayores, este efecto no estuvo modulado por el grupo.

Con relación a los P.E. asociados a la instrucción de olvidar se observó una mayor positividad asociada a dicha instrucción en los electrodos posteriores en el periodo 100-200 ms. Este resultado también se encontró en el experimento 2 aunque en ese caso estuvo ligado a la emoción. Este efecto también ha sido encontrado por Xie et

al. (2018) quienes obtuvieron una mayor positividad asociada a la instrucción de olvidar entre los 115-155 ms. en áreas posteriores. Estos autores concluyeron que la instrucción de olvidar atrae más atención temprana que la instrucción de recordar. Nuestros resultados van en la línea de los obtenidos por Xie et al. (2018) pero es posible que la mayor positividad asociada a la instrucción de olvidar refleje una atención temprana basada en las características físicas del estímulo (Luck, 2014). Asimismo, se encontró una mayor negatividad asociada a la instrucción de olvidar desde los 250 hasta los 300 ms. en ambos grupos, aunque las diferencias fueron de mayor magnitud en el grupo de adultos jóvenes. Este efecto, asociado en la literatura a la actuación de mecanismos inhibitorios, en nuestro caso es interpretado como una continuación de lo ocurrido en el periodo anterior (200 a 250 ms.) dado que sigue produciéndose en áreas frontales, aunque también comienza a producirse en electrodos posteriores. Además, en el periodo siguiente (300-400 ms.) hay un efecto global de la instrucción tanto en electrodos anteriores como posteriores. En el periodo 500-700 ms. se encontró una interacción Instrucción x Emoción donde la instrucción de olvidar evocó mayor positividad que la instrucción de recordar en palabras neutras, pero no en negativas. Asimismo, se encontró una mayor activación asociada a la instrucción de olvidar en los electrodos frontales sólo en el grupo de mayores. La interacción Instrucción x Emoción no se ha encontrado en otros estudios. Sin embargo, Hauswald et al. (2010) sí encontraron un efecto de la emoción donde las imágenes neutras evocaron mayor positividad que las imágenes negativas. De acuerdo con la interpretación de Hauswald et al. (2010) esta interacción podría reflejar que las palabras neutras son más fáciles de inhibir que las palabras negativas ya que la información negativa se codifica de forma preferente. Las palabras negativas al atraer más atención dejan menos recursos disponibles lo que hace que los mecanismos inhibitorios sean menos eficaces. Además, la mayor actividad

registrada en los electrodos anteriores en el grupo de adultos mayores puede estar reflejando la actuación de mecanismos compensatorios. Diferentes estudios encuentran en el grupo de adultos mayores una sobreactivación en áreas frontales cuando se enfrentan a una tarea exigente, como por ejemplo una tarea de inhibición de respuesta o intentar olvidar un ítem, como forma de compensar el deterioro de funciones cerebrales (Grady, 2012).

De las correlaciones obtenidas entre los P.E. asociados a la instrucción de memoria cabe destacar en el grupo de adultos jóvenes las correlaciones negativas encontradas en el periodo 200-250 ms. entre los P.E. asociados a la instrucción de olvidar tanto en palabras neutras como negativas y su reconocimiento posterior en los electrodos anteriores (ver tabla 21). Sin embargo, en el periodo 400-500 ms. se encontraron correlaciones positivas entre los P.E. asociados a la instrucción de recordar palabras neutras y su posterior reconocimiento, aunque fueron marginales. Estas correlaciones fueron negativas en el caso de las palabras con contenido emocional negativo y asociadas a áreas anteriores (ver tabla 21). En el grupo de adultos mayores cabe destacar que entre los 300-700 ms. hay una correlación positiva entre los P.E. asociados a la instrucción de recordar palabras y su posterior reconocimiento inicialmente en electrodos anteriores (300-400 ms.) y posteriormente en electrodos posteriores (400-700 ms.) (ver tabla 22). Las correlaciones entre los P.E. asociados a la instrucción de recordar en palabras negativas se obtuvieron posteriormente en el periodo 700-900 ms. en electrodos anteriores (ver tabla 22).

Con relación a los correlatos electrofisiológicos de la prueba de detección visual se observó una mayor positividad asociada a la instrucción de olvidar desde los 150 hasta los 550 ms. Estos resultados replican los encontrados en el experimento anterior con

imágenes, aunque en el experimento 2 empezó más tarde. Además, en el periodo 350-550 ms. se mantiene el efecto de la instrucción donde la prueba de detección visual tras la instrucción de olvidar evocó una mayor positividad que tras la instrucción de recordar en electrodos posteriores y sólo en el grupo de adultos jóvenes. En pruebas de detección visual este efecto se ha relacionado con el componente P3 y podría estar reflejando una mayor asignación de recursos para la detección de la prueba visual cuando ésta iba precedida de la instrucción de olvidar que cuando iba precedida de la instrucción de recordar. Además, este efecto estuvo modulado por la emoción siendo más marcado en las palabras negativas, aunque las diferencias fueron marginales. Estos resultados van en consonancia con los obtenidos en el experimento 2.



DISCUSIÓN GENERAL



3. DISCUSIÓN GENERAL

El objetivo general de la tesis ha sido estudiar cómo afecta el envejecimiento a la capacidad para olvidar intencionadamente diferentes materiales con contenido emocional negativo y neutro, así como analizar los correlatos electrofisiológicos subyacentes. Para ello se han realizado tres experimentos con diferentes tipos de estímulos, los dos primeros se llevaron a cabo con imágenes mientras que en el tercer experimento se utilizaron palabras. Además, con la intención de conocer el consumo de recursos cognitivos asociado a la implementación de las instrucciones de memoria se introdujo una prueba de detección visual tras la presentación de cada instrucción de memoria (R vs O). En primer lugar, se discutirán los resultados de conducta y posteriormente los resultados electrofisiológicos.

3.1. Resultados conductuales

En la prueba de reconocimiento se encontraron diferencias entre imágenes y palabras. En los experimentos realizados con imágenes se encontró efecto del olvido tanto para imágenes neutras como negativas en ambos grupos, pero no se encontró una interacción Instrucción x Grupo ni la interacción Instrucción x Emoción. Como se discutió anteriormente, es posible que ambas interacciones no se hayan producido porque se obtuvo un rendimiento muy alto en el reconocimiento de las imágenes lo que podría haber provocado un efecto techo. Dicho efecto podría reflejar lo que se denomina en la literatura *superioridad de la imagen* que hace referencia a una memoria extraordinariamente buena para las imágenes en comparación con las palabras (Paivio, 1969; Paivio y Csapo, 1973). Quinlan et al. (2010) compararon el efecto del olvido entre imágenes y palabras y obtuvieron un menor efecto del olvido con imágenes que

atribuyeron a este efecto de superioridad de la imagen. En el experimento 3, al utilizar palabras como estímulos se encontró una interacción Instrucción x Grupo en donde el efecto del olvido fue menor en los adultos mayores lo que corrobora los resultados obtenidos en la literatura (Sego et al., 2006; Titz y Verhaeghen, 2010). Asimismo, se observaron efectos de la emoción en interacción con la instrucción y el grupo en donde el efecto del olvido fue menor en el grupo de adultos jóvenes para palabras negativas que neutras. Por tanto, al comparar el efecto del olvido entre los experimentos 1-2 y 3 se puede concluir que el tipo de material es determinante para obtener tanto los efectos del grupo como de la emoción, así como su interacción. Con relación a la medida de TR, encontramos efecto del olvido tanto en imágenes como en palabras y se encontró un efecto de la emoción también en ambos tipos de estímulos, obteniendo mayores TRs ante estímulos negativos que neutros. Con relación al reconocimiento global tanto en los experimentos realizados con imágenes como el experimento realizado con palabras se cometieron más falsas alarmas ante estímulos negativos que neutros. Además, los adultos mayores cometieron más falsas alarmas que los adultos jóvenes. Con relación a la sensibilidad en el reconocimiento tanto adultos jóvenes como adultos mayores tuvieron una mayor discriminación para estímulos neutros que negativos y, además, los adultos jóvenes tuvieron una mayor discriminación general que los adultos mayores. Con relación al sesgo de respuesta ambos grupos adoptaron un criterio más liberal de respuesta ante los estímulos negativos que ante los estímulos neutros. Los resultados obtenidos en la prueba de reconocimiento se pueden interpretar del siguiente modo: por un lado, el hecho de que los adultos mayores tengan una peor sensibilidad que los jóvenes y, sin embargo, tengan un sesgo de respuesta similar indica que en el grupo de adulto mayores hay un declive de la memoria episódica. Este resultado ya ha sido obtenido en diferentes estudios (Collette et al., 2014). Por otro lado, ambos grupos de

participantes adoptaron un criterio liberal de respuesta ante los estímulos negativos en relación con los estímulos neutros. Este resultado indica que los adultos mayores también tienen tendencia a prestar más atención a los estímulos negativos. Sin embargo, se hipotetizó que debido a la regulación emocional los adultos mayores tendrían una mayor tendencia a evitar los estímulos negativos y esto se reflejaría en que rechazarían mejor este tipo de estímulos por lo que no adoptarían un criterio de respuesta diferente en función del contenido emocional del estímulo. Sin embargo, esto no ocurrió.

En relación con la prueba de detección visual utilizada en los experimentos 2 y 3, los resultados de ambos experimentos mostraron mayores TRs cuando el estímulo a detectar iba precedido de la instrucción de olvidar que cuando iba precedido de la instrucción de recordar sólo en el grupo de adultos jóvenes. En ninguno de los dos experimentos se encontró una interacción con la emoción. Los resultados encontrados en el grupo de adultos jóvenes van en la línea de los obtenidos en otras investigaciones (Fawcett y Taylor, 2010; Lee y Hsu, 2013). Además, los resultados corroboran la hipótesis de que olvidar es más demandante que recordar. Sin embargo, en el grupo de adultos mayores en el experimento realizado con palabras no se encontraron diferencias entre ambas instrucciones de memoria y en el experimento llevado a cabo con imágenes se encontraron mayores TRs en la prueba de detección visual cuando ésta iba precedida de la instrucción de recordar que cuando iba precedida de la instrucción de olvidar. Estos resultados podrían indicar que para los adultos mayores olvidar no está siendo más demandante que recordar lo que podría ser debido a un déficit en los mecanismos inhibitorios. Si olvidar implica la acción de mecanismos demandantes como la inhibición atencional, pero en el grupo de adultos mayores hay un declive en los procesos inhibitorios eso podría explicar que no se encuentren mayores TRs ante la prueba de detección visual precedida de la instrucción de olvidar. Con relación al

contenido emocional, no se obtuvo ninguna interacción con la emoción en ambos grupos por lo que no parece que olvidar información negativa sea más demandante que olvidar información neutra. Estos resultados van en consonancia con los obtenidos por Lee y Hsu (2013) en su estudio con eventos donde encontraron mayores TRs en la prueba de detección visual cuando ésta iba precedida de la instrucción de olvidar que cuando iba precedida de la instrucción de recordar, sin embargo, no encontraron un efecto de la emoción. Estos autores concluyen que es posible que la implementación de la instrucción de olvidar sea tan demandante que supere los posibles efectos del contenido emocional.

3.2. Resultados electrofisiológicos

A continuación, se discutirán los resultados de los P.E. asociados tanto al estímulo, como a la instrucción y a la prueba de detección visual.

i) Análisis del estímulo

Los P.E. asociados a la presentación de las imágenes fueron diferentes a los asociados a la presentación de las palabras y, a su vez, estuvieron modulados por el grupo de edad. Mientras que en imágenes se encontró, tanto en el experimento 1 como en el experimento 2, una mayor positividad asociada a las imágenes negativas que se prolongó en el tiempo, concretamente desde los 100 ms hasta los 900 ms. en palabras este efecto sólo tuvo lugar entre los 300-500 ms. Además, en los experimentos realizados con imágenes se observó una mayor positividad asociada a las imágenes negativas en zonas posteriores entre los 300-500 ms. sin embargo, en el experimento con palabras se observó una mayor positividad asociada a las palabras negativas en el

mismo periodo, pero en zonas anteriores. Asimismo, mientras que en palabras el efecto fue exclusivo del grupo de adultos jóvenes, en imágenes se encontró en ambos grupos. El resultado encontrado con palabras es congruente con los obtenidos en la prueba de reconocimiento en donde se encontró un efecto del olvido similar entre las palabras neutras y negativas en el grupo de adultos mayores mientras que en el grupo de adultos jóvenes se encontró un menor efecto del olvido en las palabras negativas. En los experimentos realizados con imágenes esto no ocurrió posiblemente, como se comentó con anterioridad, debido a un efecto techo en el rendimiento lo que no permitió ver los efectos de la emoción ni del grupo. Numerosos estudios han relacionado esta mayor positividad asociada a los estímulos negativos con el procesamiento preferencial de este tipo de estímulos, *sesgo negativo* (Brandt et al., 2013; Hauswald et al., 2010; Gallant y Dyson, 2016). Los resultados encontrados en los tres experimentos apoyan la hipótesis de que los estímulos negativos se procesan de forma preferente y provocan un aumento de la atención y de los procesos de codificación de la memoria emocional (Hamann 2001). Mientras que en adultos jóvenes este efecto se ha encontrado tanto en imágenes como en palabras en los adultos mayores sólo se ha encontrado con imágenes y de forma global, tanto en electrodos anteriores como en posteriores. Sin embargo, en el grupo de adultos jóvenes fue más específico de zonas posteriores. Parece que en el grupo de adultos mayores se está produciendo una sobreactivación de áreas anteriores y posteriores, que además fue acompañada de una relación inversa entre la positividad asociada a las imágenes negativas y su posterior reconocimiento cuando previamente había que olvidarlas. Estos resultados podrían tener una doble interpretación. Por un lado, podrían reflejar un efecto de negatividad en los mayores, aún más marcado que en los jóvenes. Por otro lado, podrían reflejar una sobreactivación de zonas anteriores y posteriores como forma de intentar evitar o rechazar la imagen negativa. Podría suceder

que cuando los adultos mayores se enfrentan a la imagen negativa quieren evitarla dada su tendencia a prestar menos atención a este tipo de estímulos y preferir la información positiva (sesgo positivo). Esta interpretación estaría apoyada por la correlación negativa encontrada con el rendimiento posterior. Creemos que la segunda interpretación podría ser la más plausible ya que apoyaría los resultados obtenidos en otras investigaciones en las que se encuentra un mayor recuerdo de estímulos positivos que negativos o neutros. (Charles et al., 2003).

Parece, por tanto, que hay diferencias en el procesamiento de imágenes y palabras. Aunque hemos encontrado una mayor positividad asociada a los estímulos negativos respecto de los neutros tanto en imágenes como en palabras, en el caso de las imágenes las diferencias entre las imágenes negativas y las neutras fueron de mayor magnitud y más prolongadas en el tiempo. Esto puede deberse a que la información que se transmite mediante una imagen es más directa que la información que se transmite mediante una palabra. Además, también podría deberse a que las imágenes en general son más complejas y están formadas por multitud de detalles mientras que las palabras son información verbal más simple. Esta complejidad visual puede hacer que las diferencias entre los PE asociados a las imágenes negativas y neutras sean más marcadas que cuando se utilizan palabras. En los experimentos 1 y 2 las imágenes neutras y negativas se equipararon en complejidad visual, aunque no se consiguió en su totalidad.

ii) Análisis de la instrucción

A continuación, se discutirán los resultados de los P.E. asociados a las instrucciones de memoria recordar y olvidar.

El efecto del grupo ya se observa desde el primer periodo analizado (100-200 ms.) donde la instrucción de olvidar evocó mayor positividad que la instrucción de recordar en electrodos posteriores sólo en el grupo de adultos jóvenes. Este resultado se observó tanto en el experimento 2 como en el 3 y se ha relacionado en la literatura con el componente P1 el cual podría estar reflejando una atención temprana (Luck, 2014). Además, en el experimento realizado con imágenes, el componente P1 fue de mayor amplitud en las imágenes neutras. Sin embargo, con palabras no se encontró este efecto. Parece, por tanto, que se dedica una mayor atención temprana a la instrucción de olvidar, especialmente cuando iba precedida de estímulos neutros. Sin embargo, en el grupo de adultos mayores no hay evidencia de que estén prestando especial atención a la instrucción de recordar u olvidar en este periodo.

En el siguiente periodo analizado se encontró una mayor positividad asociada a la instrucción de recordar entre los 200-300 ms. en electrodos anteriores más marcada en el grupo de adultos jóvenes. Este resultado tuvo lugar tanto en los experimentos realizados con imágenes como en el experimento realizado con palabras y se ha relacionado en la literatura con el componente P2 que podría estar reflejando la asignación de recursos atencionales (Schindler y Kissler, 2018). Además, las diferencias entre recordar y olvidar en imágenes estuvieron moduladas por la emoción en el componente P2 (200-300 ms.) siendo más positivo para recordar que para olvidar en las imágenes neutras, pero no en las negativas. Este efecto fue igual para ambos grupos. Sin embargo, en el experimento 3 con palabras, la emoción no moduló este resultado. Por un lado, parece que los adultos jóvenes prestan más atención a la instrucción de recordar que a la de olvidar, mientras que en los adultos mayores no parece haber evidencia de que estén procesando de forma distinta ambas instrucciones de memoria. Por otro lado, la emoción está afectando sólo a las imágenes y no a las palabras, de tal forma que

cuando las imágenes son negativas la actividad electrofisiológica es similar para recordar y para olvidar. Sin embargo, cuando son imágenes neutras los P.E. difieren para recordar y para olvidar. Esto puede indicar que el contenido emocional negativo de las imágenes dificulta el procesamiento e implementación de la instrucción recordar vs olvidar. En el experimento 1 tuvimos evidencias de que este efecto se produce más en jóvenes que en mayores.

Con relación al componente P3 también se encontró un efecto del grupo, aunque no es consistente a través de los tres experimentos. En el experimento 1, se observó una mayor positividad asociada a la instrucción de recordar en el periodo 300-500 ms. sólo en el grupo de adultos jóvenes. Además, este efecto estuvo modulado por la emoción. Sin embargo, en los experimentos 2 y 3 se encontró una mayor positividad asociada a la instrucción de recordar, pero no hubo efecto del grupo ni de la emoción. Encontramos resultados incongruentes entre los experimentos 1 y 2, ya que en el experimento 1 el componente P3 se da en adultos jóvenes, pero no en adultos mayores y, sin embargo, en el experimento 2 siendo también con imágenes se da en ambos grupos. Este efecto (P3) con palabras es similar al encontrado en el experimento 2. El efecto de la instrucción sobre P3 se produce por igual en imágenes y palabras. La diferencia que hay entre los experimentos 1 y 2-3, es que en el primero no hubo prueba de detección visual y en los otros experimentos sí. Pudiese ser que esa diferencia procedimental estuviera modulando el efecto de la instrucción sobre el componente P3. Este componente se ha encontrado en los estudios de olvido dirigido asociado a zonas posteriores (Hauswald et al., 2010; Gallant y Dyson, 2016). Sin embargo, de los tres experimentos realizados, sólo en el primer experimento se ha observado en electrodos posteriores, en el segundo y tercer experimento hubo un efecto de la instrucción, pero no una interacción con la caudalidad.

Asimismo, se encontró una mayor positividad asociada a la instrucción de olvidar en el periodo 500-700 ms., tanto en imágenes como en palabras. Este efecto estuvo modulado por el grupo, de forma que esta positividad fue más marcada en el grupo de adultos mayores en electrodos anteriores. Además, este efecto también estuvo modulado por la emoción, aunque de forma diferente en función del estímulo. En el caso de las imágenes la instrucción de olvidar evocó mayor positividad que la instrucción de recordar en imágenes negativas sobre todo en electrodos anteriores, mientras que para palabras sucedió lo contrario, la instrucción de olvidar evocó mayor positividad que la instrucción de recordar en palabras neutras. Este efecto se adelantó en las imágenes a los 400 ms. en el grupo de adultos mayores. Parece que el procesamiento de la instrucción de olvidar es diferente en función del tipo de estímulo y del contenido emocional. Algunos estudios relacionan la mayor positividad asociada a la instrucción de olvidar en áreas frontales en el periodo 500-800 ms. con la acción de mecanismos inhibitorios (Hauswald et al., 2010; Patrick et al., 2015; Gallant y Dyson, 2016). Siguiendo esta interpretación, el efecto encontrado con imágenes podría indicar que la inhibición es más acusada en las imágenes negativas. Mientras que, en las palabras, la inhibición es más marcada en las palabras neutras. Asimismo, la sobreactivación de áreas anteriores observada en el grupo de adultos mayores podría indicar la acción de mecanismos compensatorios como forma de paliar un posible declive en los mecanismos inhibitorios (Grady, 2012). Parece, por tanto, que la implementación de la instrucción de olvidar está siendo más costoso en el grupo de adultos mayores.

El patrón de correlaciones obtenido a través de los tres experimentos entre los P.E. asociados a la instrucción y el posterior reconocimiento de los estímulos es difícil de conciliar. Por ejemplo, se observan correlaciones diferentes en el experimento 1 y 2 en el grupo de adultos jóvenes. En el experimento 1 se obtuvieron correlaciones

positivas asociadas a la instrucción de olvidar imágenes negativas, sin embargo, en el experimento 2 se han observado correlaciones negativas asociadas a la instrucción de recordar imágenes neutras. Algo similar ocurre en el grupo de adultos mayores en donde en el experimento 1 se encontraron correlaciones negativas asociadas a la instrucción de olvidar imágenes negativas, mientras que en el experimento 2 dichas correlaciones fueron positivas. Tanto en el experimento 1 como en el experimento 2 se usaron los mismos estímulos y la única diferencia procedimental fue que en el experimento 2 hubo una tarea adicional de detección visual. Tentativamente se podría pensar que la tarea de detección visual está modificando la forma en que los participantes, tanto adultos jóvenes como adultos mayores, se enfrentan a la tarea de olvido dirigido en su conjunto. Al comparar las correlaciones entre el experimento 2 y 3 en el grupo de adultos jóvenes las correlaciones obtenidas en el experimento 2 fueron negativas y estuvieron vinculadas a los estímulos neutros en un periodo temporal tardío, mientras que las correlaciones obtenidas en el experimento 3 se encontraron en periodos temporales más tempranos y estuvieron vinculadas tanto a estímulos negativos como a neutros. En el grupo de adultos mayores también hay discrepancias entre las correlaciones obtenidas en el experimento 2 y el 3. En el experimento 2 las correlaciones estuvieron asociadas tanto a la instrucción de recordar como a la instrucción de olvidar imágenes negativas hasta los 700 ms. Sin embargo, en el experimento 3 las correlaciones se asociaron sólo a la instrucción de recordar palabras neutras también hasta los 700 ms. La diferencia entre el experimento 2 y 3 es el tipo de estímulo, imágenes vs palabras, por lo tanto, esta discrepancia en el patrón de resultados podría estar motivada por el material utilizado.

iii) Análisis de la prueba de detección visual

Con el objetivo de estudiar en profundidad los procesos cognitivos subyacentes a la implementación de las instrucciones de recordar vs olvidar se analizaron los P.E. asociados a la prueba de detección visual. Los resultados reflejaron una mayor positividad asociada a dicha prueba cuando ésta iba precedida de la instrucción de olvidar desde los 150 hasta los 550 ms. Este efecto se observó tanto en imágenes como en palabras, aunque en imágenes comenzó un poco más tarde (a partir de los 250 ms.). Además, esta mayor positividad se observó en electrodos posteriores en ambos tipos de estímulos, pero en el caso de las imágenes fue en el periodo 250-350 ms. mientras que en palabras este efecto tuvo lugar más tarde y estuvo modulado por el grupo, de tal manera que fue exclusivo del grupo de adultos jóvenes (periodo 350-550 ms.). Asimismo, se encontró que el P.E. asociado a la detección visual tras la instrucción de olvidar estuvo modulado por la emoción en palabras, mientras que en imágenes estuvo modulado por la emoción y el grupo. En este sentido, la prueba de detección visual precedida de la instrucción de olvidar palabras negativas evocó una mayor positividad que la prueba de detección precedida de la instrucción de recordar en el periodo 350-550 ms. En el caso de las imágenes este efecto tuvo lugar en un periodo más temprano (250-350 ms.) y sólo en el grupo de mayores. Por tanto, los resultados obtenidos en la tarea de detección visual permiten afirmar que olvidar imágenes y palabras con contenido emocional negativo exige más esfuerzo que recordar dichos estímulos, además este efecto es más pronunciado en el grupo de adultos mayores en imágenes negativas. Los resultados electrofisiológicos amplían los obtenidos conductualmente porque indican no sólo que olvidar es más demandante que recordar, sino que además lo es en el caso de los estímulos negativos.

Se han propuesto diferentes explicaciones acerca del menor efecto del olvido encontrado en el grupo de adultos mayores. Por un lado, la explicación de un déficit en la memoria episódica sostiene que el menor efecto del olvido se debe a la imposibilidad de formar huellas sólidas de memoria (Gamboz y Russo, 2002; Segó et al., 2006; Collette et al., 2014). En apoyo a esta explicación está la menor tasa de aciertos obtenida en el experimento 3 en las palabras de la categoría de recordar en el grupo de adultos mayores, así como la peor sensibilidad obtenida en el reconocimiento global tanto en imágenes como en palabras. Asimismo, la menor amplitud encontrada en el grupo de adultos mayores en el componente P3 asociado al repaso selectivo de los ítems de la categoría de recordar también apoyaría esta hipótesis, aunque este resultado sólo se encontró en el experimento 1. Por otro lado, la explicación de un declive en los mecanismos inhibitorios sostiene que el menor efecto del olvido encontrado en el grupo de adultos mayores se debe a la dificultad de inhibir atencionalmente los ítems de la categoría de olvidar (Hasher y Zacks, 1988; Zacks et al., 1996; Fawcett y Taylor, 2008). En apoyo a esta explicación está tanto el menor efecto del olvido encontrado en el grupo de adultos mayores en el experimento realizado con palabras como los resultados obtenidos en la prueba de detección visual en los experimentos 2 y 3, en donde no se encontraron mayores TRs cuando ésta iba precedida de la instrucción de olvidar que cuando iba precedida de la instrucción de recordar. Además, la sobreactivación de áreas anteriores encontrada en el grupo de adultos mayores que se produce tanto en imágenes como en palabras en el periodo 500-700 ms. también apoya esta explicación. En otros estudios se ha observado una mayor activación de áreas anteriores cuando los adultos mayores se enfrentan a una tarea cognitivamente demandante como un mecanismo compensatorio del declive de funciones cerebrales (Grandi y Ustároz, 2017). Hay que considerar que el envejecimiento va acompañado del declive de diferentes procesos

cognitivos, como la velocidad de procesamiento, la memoria episódica, la memoria de trabajo y procesos atencionales (Harada et al., 2013; Huang et al., 2019). Por tanto, el menor efecto del olvido que se obtiene en el grupo de adultos mayores puede deberse a un declive tanto en la memoria episódica como en los mecanismos inhibitorios. Ambas explicaciones serían complementarias y ayudarían a entender mejor los efectos del envejecimiento sobre el olvido intencional.



CONCLUSIONES



4. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos a través de los tres experimentos permiten concluir lo siguiente:

- 1- El olvido intencional mediante el procedimiento del olvido dirigido está modulado por el tipo de estímulo de tal forma que es similar en ambos grupos de participantes utilizando imágenes, y de menor magnitud utilizando palabras en el grupo de adultos mayores.
- 2- El contenido emocional modula el olvido dirigido sólo en el caso de las palabras y en el grupo de adultos jóvenes donde es menor para las palabras negativas.
- 3- Tanto en el grupo de adultos jóvenes como en el grupo de adultos mayores se produce un sesgo de respuesta a favor de los estímulos negativos.
- 4- La instrucción de olvidar produce una activación de los electrodos anteriores más marcada en el grupo de adultos mayores tanto para palabras como para imágenes que puede reflejar que el procesamiento de la instrucción de olvidar es más costoso en el grupo de adultos mayores.
- 5- La implementación de la instrucción de olvidar es más demandante y consume más recursos de procesamiento que la instrucción de recordar. Este efecto se produce sólo en el grupo de adultos jóvenes. En el grupo de adultos mayores el resultado se invierte o anula debido posiblemente a un déficit inhibitorio. Además, los correlatos electrofisiológicos de la prueba de detección visual indican que retirar la atención de la instrucción de olvidar es más demandante para los estímulos negativos.

- 6- En general los resultados obtenidos en esta tesis indican que el grupo de adultos mayores tiene más dificultades que el grupo de adultos jóvenes para olvidar información, debido a la combinación de un declive de los procesos inhibitorios y de la memoria episódica.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS



5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso, M.A., y Díez, E. (2000). Efectos del olvido dirigido con el método de las palabras: una comparación entre pruebas directas e indirectas de memoria. *Psicológica*, 21(1), 1-22.
- Bailey, K., y Chapman, P. (2012). When can we choose to forget? An ERP study into item-method directed forgetting of emotional words. *Brain Cognition*, 78(2), 133-147. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2011.11.004>
- Baltes P.B., y Lindenberger U. (1997). Emergence of a powerful connection between sensory and cognitive functions across the adult life span: A new window to the study of cognitive aging? *Psychology and Aging*, 12, 12–21. <https://doi.org/10.1037//0882-7974.12.1.1>
- Barnier, A.J., Conway, M.A., Mayoh, L., Speyer, J., Avizmil, O., y Harris, C.B. (2007). Directed forgetting of recently recalled autobiographical memories. *Journal of Experimental Psychology: General*, 136, 301-322. <https://dx.doi.org/10.1037/0096-3445.136.2.301>
- Basden, B.H., y Basden, D.R. (1996). Directed forgetting: Further comparisons of the item and list methods. *Memory*, 4, 633–653. <https://doi.org/10.1080/741941000>
- Basden, B.H., Basden, D.R., y Gargano, G.J. (1993). Directed forgetting in implicit and explicit memory tests: A comparison of methods. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 19, 603-616. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.19.3.603>
- Berger, N., Crossman, M., y Brandt, K.R. (2018). No evidence for age-related differences in item-method directed forgetting of emotional words. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 71, 595–604. <https://doi.org/10.1080/17470218.2016.1264433>

- Bjork R.A., LaBerge D., y LeGrand R. (1968). The modification of short-term memory through instructions to forget. *Psychological Science*, 10, 55–56.
<https://doi.org/10.3758/BF03331404>
- Bjork, R.A. (1970). Positive forgetting: The noninterference of items intentionally forgotten. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 9, 255-268.
[https://doi.org/10.1016/S0022-5371\(70\)80059-7](https://doi.org/10.1016/S0022-5371(70)80059-7)
- Bjork, R.A. (1972). Theoretical implications of directed forgetting. En A. W. Melton, y E. Martin (Eds.), *Coding Processes in Human Memory* (pp. 217-235). Winston.
- Bjork, R. A. (1989). Retrieval inhibition as an adaptive mechanism in human memory. En H.L. Roediger y F.I.M. Craik (Eds.), *Varieties of memory and consciousness: Essays in honour of Endel Tulving* (pp. 309-330). Lawrence Erlbaum Associates.
- Bjork, R.A., Bjork, E.L. y Anderson, M.C. (1998). Varieties of goal-directed forgetting. En J.M. Golding y C.M. MacLeod (Eds.), *Intentional forgetting: Interdisciplinary approaches* (pp. 103-137). LEA.
- Bourisly, A. K., y Shuaib, A. (2018). Neurophysiological effects of aging: A P200 ERP study. *Translational neuroscience*, 9(1), 61-66. <https://doi.org/10.1515/tnsci-2018-0011>
- Bradley M.M., Greenwald M.K., Petry M.C., y Lang P.J. (1992) Remembering pictures: pleasure and arousal in memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 18(2), 379-90. <https://doi.org/10.1037//0278-7393.18.2.379>
- Brandt, K.R., Nielsen, M.K., y Holmes, A. (2013). Forgetting emotional and neutral words: An ERP study. *Brain Research*, 150, 21–31. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2013.01.019>

- Cabeza, R., Anderson, N.D., Locantore, J.K. y McIntosh, A.R. (2002). Aging gracefully: compensatory brain activity in high performing older adults. *Neuroimage*, 17, 1394–1402. <https://doi.org/10.1006/nimg.2002.1280>
- Carretié L., Mercado, F., Tapia, M., y Hinojosa, J. A. (2001). Emotion, attention and the “negativity bias,” studied through event-related potentials. *International Journal of Psychophysiology*, 41, 75–8. [https://doi.org/10.1016/s0167-8760\(00\)00195-1](https://doi.org/10.1016/s0167-8760(00)00195-1)
- Carstensen, L. L. (1995). Evidence for a life-span theory of socioemotional selectivity. *Psychological Science*, 4, 151-156. <https://doi.org/10.1111/1467-8721.ep11512261>
- Charles, S.T., Mather, M., y Carstensen, L.L. (2003). Aging and emotional memory: The forgettable nature of negative images for older adults. *Journal of Experimental Psychology: General*, 132, 310-324. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.132.2.310>
- Cheng, S.K., Liu, I.C., Lee, J.R., Hung, D.L., y Tzeng, O.J.L. (2012). Intentional forgetting might be more effortful than remembering: An ERP study of item-method directed forgetting. *Biological Psychology*, 89, 283–292. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2011.10.019>
- Collette, F., Grandjean, J., Lorant, C., y Bastin, C. (2014). The role of memory traces quality in directed forgetting: A comparison of young and older participants. *Psychologica Belgica*, 54, 310-327. <https://doi.org/10.5334/pb.au>
- Davis, S.W., Kragel, J.E., Madden, D.J., y Cabeza, R. (2011). The architecture of cross-hemispheric communication in the aging brain: Linking behavior to functional and structural connectivity. *Cerebral Cortex*, 22, 232-242. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhr123>

- Dennis, N.A., y Cabeza, R. (2011). Age-related dedifferentiation of learning systems: An fMRI study of implicit and explicit learning. *Neurobiology of Aging*, 32, 2318.e17–30. <https://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2010.04.004>
- Dolcos, F, y Cabeza, R. (2002). Event-related potentials of emotional memory: encoding pleasant, unpleasant, and neutral pictures. *Cognitive, Affective and Behavioral Neuroscience*, 2, 252–263. <https://doi.org/10.3758/CABN.2.3.252>
- Donaldson, W. (1992). Measuring recognition memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, 121(3), 275-277. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.121.3.275>
- Donchin, E. (1981) Surprise! Surprise? *Psychophysiology*, 18, 493–513. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.1981.tb01815.x>
- Fawcett, J.M., y Taylor, T.L. (2008). Forgetting is effortful: evidence from reaction time probes in an item-method directed forgetting task. *Memory Cognition*, 36, 1168-1181. <https://dx.doi.org/10.3758/MC.36.6.1168>
- Fawcett, J. M., y Taylor, T. L. (2010). Directed forgetting shares mechanisms with attentional withdrawal but not with stop-signal inhibition. *Memory Cognition*, 38, 797– 808. <https://doi.org/10.3758/MC.38.6.797>
- Fawcett, J.M., Taylor, T.L., y Nadel, L. (2013). Event-method directed forgetting: Forgetting a video segment is more effortful than remembering it. *Acta Psychologica*, 144(2), 332-343. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2013.07.005>
- Fjell A.M., y Walhovd K.B. (2001) P300 and neuropsychological tests as measures of aging: Scalp topography and cognitive changes. *Brain Topography*, 14, 25-40. <https://doi.org/10.1023/a:1012563605837>

- Folstein, M.F., Folstein, S.E., y McHugh P.R. (1975). 'Minimal State'. A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal of Psychiatric Research*, 12,189-98. [https://doi.org/10.1016/0022-3956\(75\)90026-6](https://doi.org/10.1016/0022-3956(75)90026-6)
- Gallant, S.N., y Yang, L. (2014). Positivity effect in source attributions of arousal-matched emotional and non-emotional information during item-based directed forgetting. *Frontiers in Psychology: Cognition*, 5, 1-8. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.01334>
- Gallant, S. N., y Dyson, B. J. (2016). Neural modulation of directed forgetting by valence and arousal: An event-related potential study. *Brain Research*. 1648(A), 306-316. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2016.08.009>
- Gallant, S.N., Pun, C., y Yang, L. (2018). Age differences in the neural correlates underlying control of emotional memory: An event-related potential study. *Brain Research*, 1697, 83–92. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2018.06.019>
- Gamboz, N., y Russo, R. (2002). Evidence for age-related equivalence in the directed forgetting paradigm. *Brain and Cognition*, 48, 366-371. <https://doi.org/10.1006/brcg.2001.1379>
- Golden, J. (2001). Stroop test de colores y palabras, manual (3° Ed.). TEA Ediciones.
- Gottlob, L.R., Golding, J.M., y Hauselt, W.J. (2006). Directed forgetting of a single item. *Journal of General Psychology* 133(1), 67-80. <https://dx.doi.org/10.3200/GENP.133.1.67-80>
- Grühn, D., Smith, J., y Baltes, P.B. (2005). No aging bias favoring memory for positive material: Evidence from a heterogeneity-homogeneity list paradigm using emotionally toned words. *Psychology and Aging*, 20(4), 579-588. <https://dx.doi.org/10.1037/0882-7974.20.4.579>

- Grady, C. (2012). Trends in neurocognitive aging. *Nature Reviews Neuroscience*, 13, 491–505.
<https://doi.org/10.1038/nrn3256>
- Grandi, F., y Ustárroz, J. (2017). Neurociencia cognitiva del envejecimiento: modelos explicativos. *Revista Española de Geriatría y Gerontología*, 52(6), 326– 331.
<https://doi.org/10.1016/j.regg.2017.02.005>
- Hamann., S. (2001). Cognitive and neural mechanisms of emotional memory. *Trends in Cognitive Science*, 5, (9), 394-400. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(00\)01707-1](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01707-1)
- Harada, C. N., Natelson Love, M. C., y Triebel, K. L. (2013). Normal Cognitive Aging. *Clinics in Geriatric Medicine*, 29(4), 737–752. <https://doi/10.1016/j.cger.2013.07.002>
- Hasher, L., y Zacks, R.T. (1988). Working memory, comprehension, and aging: A review and a new view. En G. H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory* (Vol. 22, pp. 193-225). Academic Press.
- Hauswald, A., Schulz, H., Iordanov, T., y Kissler, J. (2010). ERP dynamics underlying successful directed forgetting of neutral but not negative pictures. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 6, 450-459. <https://dx.doi.org/10.1093/scan/nsq061>
- Hillyard, S. A. y Anllo-Vento, L. (1998). Event-related brain potentials in the study of visual selective attention. *Proceedings of the National Academy of Sciences of USA*, 95, 781-787. <https://doi.org/10.1073/pnas.95.3.781>
- Huang, F.,Zhang, M. y Wang,S. (2019). Changes in cognitive function among older adults: A latent profile transition analysis. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 80, 12-19. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2018.09.006>
- Joslyn, S. L., y Oakes, M. A. (2005). Directed forgetting of autobiographical events. *Memory and Cognition*, 33(4), 577-587. <https://dx.doi.org/10.3758/BF03195325>

- Kapucu, A., Rotello, C.M., Ready, R.E., y Seidl, K.N. (2008). Response bias in "remembering" emotional stimuli: A new perspective on age differences. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 34(3), 703-711 <https://dx.doi.org/10.1037/0278-7393.34.3.703>
- Kramer, A., y Madden, D. (2008). Attention. En F. Craik y T. Salthouse (Eds.), *The handbook of aging and cognition* (3rd edition, pp. 189-249). Psychology Press.
- Kutas, M., y Hillyard, S.A. (1980). Reading senseless sentences: Brain potentials reflect semantic incongruity. *Science*, 207(4427), 203-205. <https://dx.doi.org/10.1126/science.7350657>
- Kutas, M., Van Petten, C.K., y Kluender, R. (2006). Psycholinguistics electrified II: 1994-2005. En M. Traxier y M. A. Gernsbacher (Eds.), *Handbook of Psycholinguistics*, (2nd edition, pp. 659-724). Elsevier.
- Lang, P.J., Greenwald, M.K., Bradley, M.M., y Hamm, A.O. (1993). Looking at pictures: affective, facial, visceral, and behavioral reactions. *Psychophysiology*, 30(3):261-73. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.1993.tb03352.x>
- Lang, P. J. (1995). The emotion probe: Studies of motivation and attention. *American Psychologist*, 50, 372-385. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.50.5.372>
- Lazarus, R.S. (1991). *Emotion and adaptation*. Oxford University Press.
- LeDoux, J.E. (1996). *The emotional brain: the mysterious underpinnings of emotional life*. Simon y Schuster.
- Lee, Y., y Hsu, Y. (2013). How do we forget negative events? The role of attentional, cognitive, and metacognitive control. *Cognition and Emotion* 27, 401-415. <https://doi.org/10.1080/02699931.2012.713326>

- Lobo, A., Saz, P., Marcos, G., Día, J.L., de la Cámara, C., Ventura, T., Morales Asín, F, Pascual, L.F, Montañés, J. A., Aznar, S., y Lacámara, C. (1999). Revalidación y estandarización del cognition mini-exam (first Spanish version of the Mini-Mental Status Examination) en población geriátrica. *Medicina Clínica*, 112(20), 767-74.
- Luck, S. J. (2014). *An introduction to the event-related potential technique*. MIT press.
- Luck, S.J., Woodman, G.F., y Vogel, E.K. (2000). Event-related potential studies of attention. *Trends in Cognitive Science*, 4, 432-440. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(00\)01545-X](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01545-X)
- Macmillan, N.A, y Creelman, C.D. (1991). *Detection theory: A user's guide*. Cambridge University Press.
- Maratos, E.J., y Rugg, M.D. (2001). Electrophysiological correlates of the retrieval of emotional and non-emotional context. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 13, 877-891. <https://doi.org/10.1162/089892901753165809>
- Menor, J. y Paz-Caballero M.D. (1996). Efectos del olvido inducido en pruebas directas e indirectas de memoria. *Psicológica*, 17, 519-532.
- Moltó, J., Montañés, S., Poy, R., Segarra, P., Pastor, M.C., Tormo, M.P., Ramírez, I., Hernández, M. A., Sánchez, M., Fernández, M. C., y Vila, J. (1999). Un nuevo método para el estudio experimental de las emociones: El International Affective Picture System (IAPS). Adaptación española. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 52, 55-87.
- Nielson, K.A., Langenecker, S.A., y Garavan, H. (2002). Differences in the functional neuroanatomy of inhibitory control across the adult life span. *Psychology and Aging*, 17, 56–71. <https://doi.org/10.1037/0882-7974.17.1.56>

- Nobre, A.C., Allison, T., y McCarthy, G. (1994). Word recognition in the human inferior temporal lobe. *Nature*, 372(6503), 260-263.
- Nowicka, A., Marchewka, A., Jednorog, K., Tacikowski, P., y Brechmann, A. (2011). Forgetting of emotional information is hard: An fMRI study of directed forgetting. *Cerebral Cortex*, 21, 539-549. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhq117>
- Paivio, A. (1969). Mental Imagery in Associative Learning and Memory. *Psychological Review*, 76 (3), 241-6. <https://doi.org/10.1037/h0027272>
- Paivio, A., y Csapo, K. (1973). Picture superiority in free recall: Imagery or dual coding? *Cognitive Psychology*, 5, 176-206. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(73\)90032-7](https://doi.org/10.1016/0010-0285(73)90032-7)
- Paller, K.A. (1990). Recall and stem-completion priming have different electrophysiological correlates and are modified differentially by directed forgetting. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 16 (6), 1021-1032. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.16.6.1021>
- Palomba, D., Angrilli, A., y Mini, A. (1997) Visual evoked potentials, heart rate responses and memory to emotional pictorial stimuli. *International Journal of Psychophysiology*, 27, 55–67. [https://doi.org/10.1016/S0167-8760\(97\)00751-4](https://doi.org/10.1016/S0167-8760(97)00751-4)
- Patrick, R.E., Kiang, M., y Christensen, B.K. (2015). Neurophysiological correlates of Emotional directed-forgetting in persons with Schizophrenia: an event-related brain potential study. *International Journal of Psychophysiology*. 98, 612-623 <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2015.01.006>
- Paz-Caballero M.D., y Menor, J. (1999). ERP correlates of directed forgetting effects in direct and indirect memory tests. *European Journal of Cognitive Psychology*, 11, 239–60. <https://doi.org/10.1080/713752308>

- Paz-Caballero, M.D., Menor, J., y Jimenez, J.M. (2004). Predictive validity of event-related potentials (ERPs) in relation to the directed forgetting effects. *Clinical Neurophysiology*, 115(2), 369-77. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2003.09.011>
- Pousada, M., y de la fuente, J. (2005). Envejecimiento y cambio cognitivo. En S. Pinazo y M. Sánchez. (Eds.), *Gerontología, Actualización, Innovación y Propuestas* (pp. 185-217). Pearson Educación.
- Quinlan, C.K., Taylor, T.L., y Fawcett, J.M. (2010). Directed forgetting: Comparing pictures and words. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 64(1), 41–46. <https://doi.org/10.1037/a0016569>
- Redondo, J., Fraga, I., Padrón, I., y Comesaña M. (2007). The Spanish adaptation of ANEW. *Behavior Research Methods*, 39, 600-605. <https://doi.org/10.3758/BF03193031>
- Reed, A.E., y Carstensen, L.L. (2012). The theory behind the age-related positivity effect. *Frontiers in Psychology*, 3, 1-9. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2012.00339>
- Reitman, W., Malin, J.X, Bjork, R.A., y Higman, B. (1973). Strategy control and directed forgetting. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 12, 140- 149. [https://doi.org/10.1016/S0022-5371\(73\)80003-9](https://doi.org/10.1016/S0022-5371(73)80003-9)
- Renfroe, J.B., Bradley, M.M., Sege, C.T., y Bowers, D. (2016). Emotional Modulation of the Late Positive Potential during Picture Free Viewing in Older and Young Adults. *PLoS ONE* 11(9): e0162323. <https://doi/10.1371/journal.pone.0162323>
- Reuter-Lorenz, P.A., y Park, D.C. (2010). Human neuroscience and the aging mind: a new look at old problems. *Journal of Gerontology: Psychological Sciences*, 65B(4), 405–415, <https://doi.org/10.1093/geronb/gbq035>

- Ritter, W., y Ruchkin, D.S. (1992) A review of event related potential components discovered in the context of studying P3. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 658, 1-32. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.1992.tb22837.x>
- Rizio, A.A., y Dennis, N.A. (2013). The neural correlates of cognitive control: successful remembering and intentional forgetting. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 25, 297-312. https://doi.org/10.1162/jocn_a_00310
- Rizio, A.A., y Dennis, N.A. (2014). The cognitive control of memory: Age differences in the neural correlates of successful remembering and intentional forgetting. *PLoS ONE*, 9(1), e87010. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0087010>
- Saliasi, E., Geerligs, L., Lorist, M.M., y Maurits, N.M. (2013). The relationship between P3 amplitude and working memory performance differs in young and older adults. *PLoS ONE*, 8, e63701. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0063701>
- Salthouse, T. (1996). The processing-speed theory of adult age differences in cognition. *Psychological Review*, 3, 403-428. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.103.3.403>
- Schindler S., y Kissler J. (2018) Too hard to forget? ERPs to remember, forget, and uninformative cues in the encoding phase of item- method directed forgetting. *Psychophysiology* 55, e13207. <https://doi.org/10.1111/psyp.13207>
- Sego, S.A., Golding, J.M., y Gottlob, L.R. (2006). Directed forgetting in older adults: Using the item and list methods. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, 13, 95-114. <https://doi.org/10.1080/138255890968682>
- Snodgrass, G., Levy-Berger, G., y Haydon, M. (1985). *Human experimental psychology*. Oxford University Press.

- Titz, C., y Verhaeghen, P. (2010). Aging and directed forgetting in episodic memory: A metaanalysis. *Psychology and Aging*, 25(2), 405-411. <https://doi.org/10.1037/a0017225>
- Vallesi, A., McIntosh, A.R., y Stuss, D.T. (2011). Overrecruitment in the aging brain as a function of task demands: evidence for a compensatory view. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 23, 801–815. <https://doi.org/10.1162/jocn.2010.21490>
- Wechsler, D. (2012). *Escala intelectual de Wechsler para adultos (WAIS-III)*. Adaptación española. TEA.
- Wechsler, D. (2013). *Escala de Memoria de Wechsler-III*. TEA Ediciones.
- Wilding, E.L., y Ranganath, C. (2012). *Electrophysiological correlates of episodic memory processes*. En S. J. Luck y E. S. Kappenman (Eds.), *Oxford library of psychology. The Oxford handbook of event-related potential components* (pp. 373–395). Oxford University Press.
- Wood, S., y Kisley, M. (2006). The negativity bias is eliminated in older adults: Age-related reduction in event-related brain potentials associated with evaluative categorization. *Psychology and Aging*, 21, 815-820. <https://doi.org/10.1037/0882-7974.21.4.815>
- Wylie, G.R., Foxe, J.J., y Taylor, T.L. (2008). Forgetting as an active process: an Fmri Investigation of item-method-directed forgetting. *Cerebral Cortex* 18, 670-682. <https://dx.doi.org/10.1093/cercor/bhm101>
- Xie, H., Jiang, D., y Zhang, D. (2018). Individuals with depressive tendencies experience difficulty in forgetting negative material: two mechanisms revealed by ERP data in the directed forgetting paradigm. *Scientific Reports*, 8 (1), 1113. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-19570-0>

- Yang, W., Liu, P., Xiao, X., Li, X., Zeng, C., Qiu, J., y Zhang, Q. (2012). Different neural substrates underlying directed forgetting for negative and neutral images: an event-related potential study. *Brain Research* 1441, 53-63.
<https://dx.doi.org/10.1016/j.brainres.2011.10.042>
- Yesavage, J.A. (1988). Geriatric Depression scales. *Psychopharmacology Bulletin*, 24, 709-711.
- Zacks, R. T., Radvansky, G., y Hasher, L. (1996). Studies of directed forgetting in older adults. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 22, 143-156.
<https://dx.doi.org/10.1037/0278-7393.22.1.143>

